

III - A 163 鋼矢板締切りによる盛土の液状化対策に関する解析的検討

住友金属工業 正会員 田中宏征 正会員 村田大宜
 正会員 喜田 浩 正会員 岡本政信

1. まえがき

盛土の液状化対策の一つにのり尻付近に鋼矢板を打設し、直下地盤の側方への流動を抑制することにより、沈下や変形を低減する鋼矢板締切り工法がある。著者らは、これまで模型実験等で本工法の対策効果や鋼矢板の設計法に関する検討を行ってきた^{1), 2)}。ここでは、実大盛土での対策効果の検証と鋼矢板の挙動の検討を目的として実施した動的有効応力解析結果の一部を報告する。

2. 解析モデルと解析条件

解析には有効応力法による動的有限要素解析プログラム「FLIP」³⁾を用いた。解析モデルを図1に示す。盛土は高さ4m、天端幅8m、のり勾配1:2で、基礎地盤は表層1mの非液状化地盤の下に図2に示す液状化特性を有する厚さ5mの液状化性層が存在する条件とし、各層とも層中央の初期せん断剛性 G_0 が約1400tf/m²に設定した。矢板

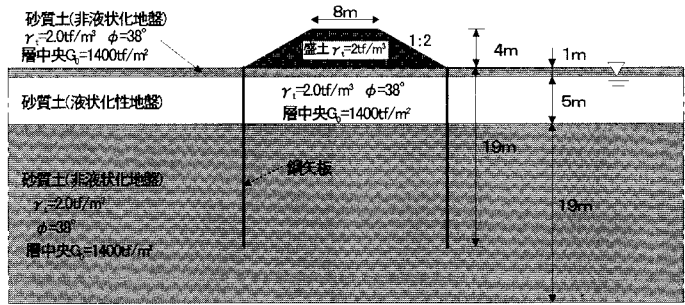


図1 解析モデル

表1 解析条件

入力波形	継続時間	入力加速度	矢板条件
正弦波	10秒(2Hz, 20波)	100, 150, 250, 400gal	無対策
八戸EW	21.6sec	100, 183, 250, 400gal	鋼矢板Ⅲ型対策
神戸NS	30.0sec	100, 250, 400gal	鋼矢板V型対策

は長さ19mで、ジョイント要素は用いず梁要素の節点と両側地盤要素の同一深度の節点の水平変位が等しくなるようにモデル化した。境界条件は側方を粘性境界、底面を固定境界とした。解析は表1に示すように、入力波形および入力加速度、矢板対策の有無、矢板の剛性を種々組合せて実施した。

3. 解析結果

(1) 無対策時の盛土の沈下量について

各入力波形について、入力加速度の大きさと無対策時の盛土天端の平均沈下量の関係を図3に示す。波形種類によって継続時間等が異なるため単純比較はできないが、今回の条件では八戸波で盛土の沈下が最も大きく

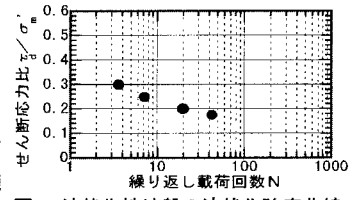


図2 液状化性層の液状化強度曲線

100~230cm程度、正弦波と神戸波では50~100cm程度であった。次に、図3を平地盤部の液状化層中央での最大応答加速度との関係で書き直して図4に示す。図より、入力波形ごとに若干関係が異なるが、盛土沈下量は液状化層の応答加速度と比例的であり、八戸波では他よりも液状化層での加速度増幅が大きく盛土の沈下量も大きくなっていることが判る。これは解析モデルの卓越周期が八戸波のそれに近かったためと考えられる。

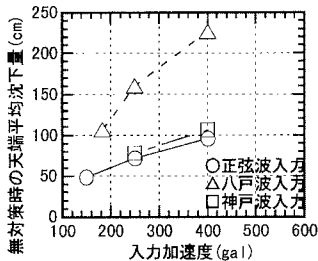


図3 入力加速度と盛土沈下量の関係

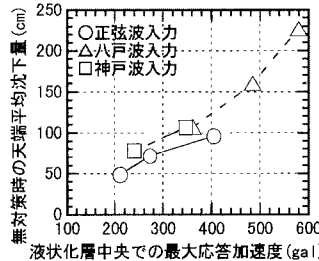


図4 最大応答加速度と盛土沈下量の関係

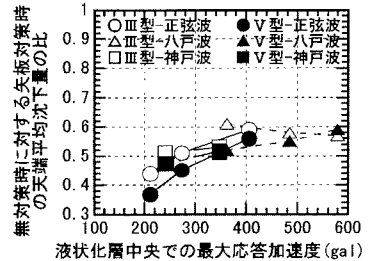


図5 応答加速度と無対策時に対する矢板対策時の盛土沈下量の比の関係

キーワード：液状化、矢板壁、盛土、地震、有効力解析

連絡先：〒314-0255 茨城県鹿嶋郡波崎町砂山16, (Tel)0479-46-5128, (Fax)0479-46-5147

(2) 鋼矢板締切りによる盛土沈下量の低減について

各入力波形について、液状化層中央での最大応答加速度と無対策時に対する矢板対策時の天端平均沈下量の比の関係を図5に示す。図から次のことが判る。①入力波形や応答加速度、矢板剛性によりばらつきはあるが、矢板対策により盛土沈下量を無対策時の40~60%程度に低減できている。②応答加速度の増大に伴い対策効果は徐々に低下するが、無対策時の沈下量の60%程度が上限値で、400gal以上ではこの値にほぼ収斂している。③矢板剛性が大きいと沈下量が小さくなる傾向が見られるが、あまり顕著ではない。応答加速度の増加につれて対策効果が低下し、矢板剛性の影響が顕著でないのは、特に液状化程度が激しくなると矢板締切り内において盛土直下地盤の変形が進行し⁴⁾、のり尻での水平変位抑制が盛土の沈下低減に反映されにくくなるためと考えられる。

(3) 鋼矢板の曲げモーメントについて

ここでは、矢板曲げモーメントのうち、振動成分を除き、地盤の液状化に伴って徐々に増加する成分(漸増成分)に着目して検討を行う。各入力波形、各入力加速度に対する鋼矢板Ⅲ型対策のケースに関し、液状化層下端位置での矢板曲げモーメントの漸増成分と盛土下の過剰間隙水圧比の関係を図6に示す。図には、盛土下全域での平均過剰間隙水圧比および盛土のり肩下位置での平均過剰間隙水圧比との関係で整理した結果を示している。図より、加振波形や入力加速度によらず矢板の曲げモーメントと盛土下の過剰間隙水圧比は固有の関係を示すことが判る。また、のり肩位置等のある特定位置での過剰間隙水圧比を用いても非常によい相関を示している。次に、鋼矢板Ⅴ型対策のケースについても盛土のり肩下の平均過剰間隙水圧比を用いて同様の整理を行った結果を、鋼矢板Ⅲ型対策の結果と合わせて図7に示す。図より、のり肩下の平均過剰間隙水圧比と矢板の曲げモーメントの関係は矢板剛性ごとに固有の関係を示し、同じ水圧比でも矢板剛性が高いと曲げモーメントが大きくなることが判る。以上より、鋼矢板への作用土圧や曲げモーメントを盛土下の代表的な過剰間隙水圧比および矢板の剛性と関連づけて考えることが有効と思われる。なお、以上の点に関しては実験的検討でも同様の結果を得ており別途報告する予定である。今後は、盛土形状や液状化層厚、地盤物性等の影響について検討を行っていく予定である。

4. あとがき

鋼矢板締切りによる盛土の液状化対策について解析的な検討を行い、次の結果が得られた。①鋼矢板締切りにより盛土沈下が無対策時の40~60%に低減された。対策効果は液状化程度の増加につれて徐々に低下するが、無対策時の60%程度の沈下量を上限値とし、この値に収斂する傾向が見られた。②矢板の曲げモーメントは盛土下の過剰間隙水圧比と良い相関があり、両者は入力波形や加速度によらず矢板剛性ごとに固有の関係を示した。この関係は矢板の応力や変形を評価するための有効な指標の一つになると思われる。

<参考文献>

- 1) 田中, 喜田, 松尾, 堤: 盛土の液状化対策として用いる締切り鋼矢板の挙動に関する振動台実験, 土木学会第51回年次学術講演会ⅢA, pp. 270-271, 1996
- 2) 村田, 田中: 鋼矢板による液状化対策を施した盛土の挙動に関する振動台実験, 土木学会第53回年次学術講演会ⅢA, pp. 300-301, 1998
- 3) Iai, S., Matsunaga, Y., Kameoka, T.: STRAIN SPACE PLASTICITY MODEL FOR CYCLIC MOBILITY, REPORT OF THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE, Vol. 29, No. 4, Dec. 1990.
- 4) 田中, 村田他: 液状化による盛土の沈下対策としての鋼矢板締切り工法に関する一考察, 第34回地盤工学研究発表会(投稿中), 1999.

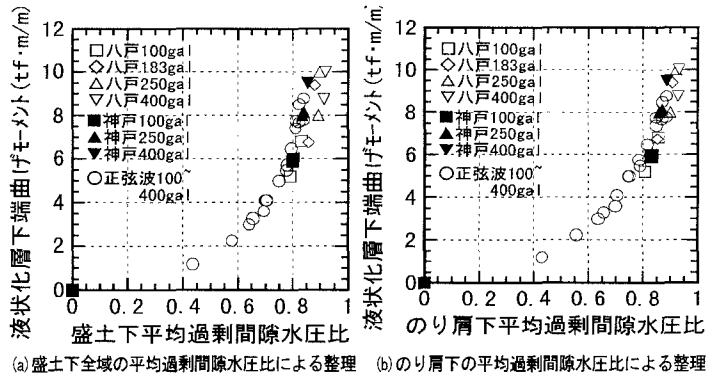


図6 矢板曲げモーメントの漸増成分と盛土下の過剰間隙水圧比の関係(鋼矢板Ⅲ型対策の解析ケース)

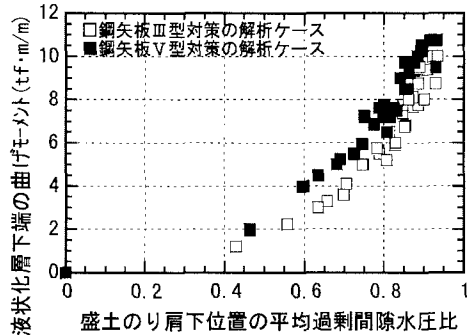


図7 矢板曲げモーメントの漸増成分と盛土のり肩下の平均過剰間隙水圧比の関係(鋼矢板対策全解析ケース)