

矢板の打設位置と剛性が堤防沈下抑止効果に与える影響

広島大学大学院 フェロー会員 佐々木康

三井共同建設コンサルタント(株)

正会員 金井容秀

広島大学大学院

学生会員○西田将人

1. 背景と目的

液状化被害抑制対策の一つであり、既設構造物直下に液状化層が存在する時に効果的に液状化被害を抑制することができる矢板工法は沈下抑制効果の定量的評価が現状では困難で確立された設計手法がない。そこで本研究では矢板の打設位置と剛性を変えてハンマーによる1回加振により模型実験を行い、最も効果的に盛土沈下を抑制する矢板打設位置、矢板の剛性を定める基礎資料を得ることを目的とする。

2. 実験装置及び実験方法

実験は図-1のような小型土槽液状化再現装置を用いて矢板打設位置、矢板剛性を変えて実験を行った。実験ケースを表-1に示す。水中落下法により層厚14cmの飽和地盤を作成し、その地盤に矢板を打設し、模型盛土を設置してハンマーによる1回加振で地盤を液状化させ、地盤液状化後の盛土沈下量、矢板変位量、過剰間隙水圧、粒子挙動を計測した。地盤材料には豊浦標準砂を用いた。盛土沈下に伴う純粋な地盤変形を計測するために盛土には盛土自体が変形しない塩化ビニル製の剛体を用い、現場での矢板頭部許容変位を300mmとし、許容変位量が15mmとなるように相似則から模型矢板の剛性を定め、矢板には銅板を用いた。

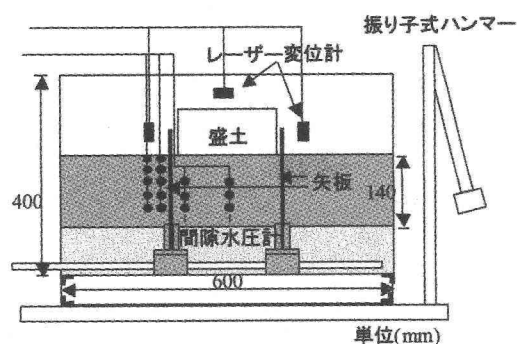


図-1 実験概要図

3. 実験結果及び考察

(1) 打設位置の違いによる評価

図-2に矢板打設位置ごとの盛土沈下量 S_f と矢板変位量 Y_f の平均値を示す。盛土端から2cmの位置に矢板を打設したときは平均相対密度 Dr が小さいために S_f 、 Y_f がともに大きくなっているが、他のケースでは矢板が盛土に近いほど S_f は小さく、 Y_f は大きくなっている。図-3に矢板打設位置ごとの盛土沈下量、盛土中央下深さ5cmの位置での過剰間隙水圧の時刻歴を示す。矢板を盛土に近づけると盛土の沈下に伴う地盤の変形量が抑制され S_f が小さくなる。また正のダイレイタンシーが生じにくいために加振直後の過剰間隙水圧は大きくなったと考えられる。そのために Y_f は大きくなった。過剰間隙水圧の初期消散過程に着目すると矢板が盛土から遠いほど勾配がきつく、早く消散している。これは矢板を盛土から遠ざけるほど矢板と盛土の間の自由境界面が大きくなり、地盤変形の生じる範囲が広く、地盤変形に伴うダイレイタンシーによる負圧が大きく、早く粒子が再接触するためである。そのために盛土は加振後に大きく沈下して早く沈下が停止する。

図-4に実験値より得られた無対策に対する各矢板打設位置の盛土沈下量の比と矢板打設位置との関係を20%の相対密度ごとに示す。 Dr が小さいほど盛土沈下抑制効果が大きいことが認めら

表-1 実験ケース

対策 (矢板打設位置)	矢板の厚さ (mm)	盛土重量 (N)	実験タイトル
無対策	—	—	無対策
盛土端から1cm	0.7	63.8	矢板1cm
盛土端から2cm	0.7	63.8	矢板2cm
盛土端から4cm	0.7	63.8	矢板4cm
盛土端から1cm	0.7	63.8	矢板0.7mm
	0.8	63.8	矢板0.8mm
	1.0	63.8	矢板1.0mm

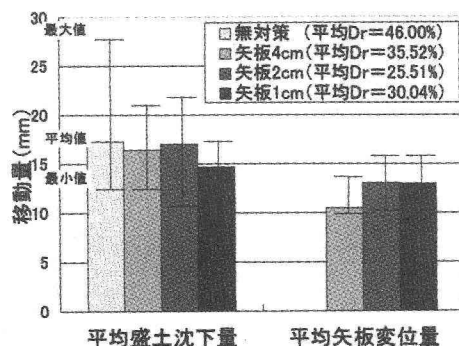


図-2 打設位置ごとの平均移動量

れる。これは地盤が緩いほうが盛土の沈下に伴う地盤変形が大きく、矢板を打設することにより強制的に地盤変形が抑止されるためである。また Dr の大きい地盤では矢板を盛土から遠い位置に打設しても盛土沈下抑制効果があまり得られない。これは Dr が大きいと地盤変形の生じる範囲が狭いからである。

2) 矢板剛性、盛土重量の違いによる評価

図-5 に剛性の違う矢板を打設した場合の平均移動量を示す。剛性が大きい矢板を打設することにより Y_f を小さくすることができ、地盤変形領域が小さくなるため S_f が小さくなる。 Dr の小さい地盤には盛土の沈下に伴い側方土圧が矢板に作用するため剛性の大きい矢板を打設しなければ大きな盛土沈下抑制効果が得られない。

(3) 過剰間隙水圧消散過程の考察

盛土沈下は地盤の圧縮とせん断変形によって生じるが、ほぼせん断変形によって起こっている。そのためせん断変形後の地盤状態を解明しなくてはならない。図-6 に盛土直下部での過剰間隙水圧と盛土沈下量の時刻歴の一例を示す。過剰間隙水圧消散過程を5段階に分けて考察する。加振後地盤は完全液化化し、過剰間隙水圧は有効応力まで上昇する(①)。その後盛土の沈下速度低下と共に過剰間隙水圧が消散している(②)。これは盛土の沈下に伴いせん断変形が生じ、ダイレイタンシーにより負圧が生じたために粒子が接触し有効応力が回復したと思われる。その後、粒子が沈降し(③)、深層部から圧密が始まる(④)。このとき粒子沈降により密度が小さくなるために浮力が小さくなるので盛土は僅かに沈下したと思われる。圧密が終了すると盛土の沈下が完全に停止する。(⑤)過剰間隙水圧消散過程の地盤をモデル化した図を図-7 に示す。

4. 結論

- 1). 相対密度が大きい地盤では矢板を盛土近くに打設しなければ大きな盛土沈下抑制効果が得られない。
- 2). 相対密度の小さい地盤には剛性の大きい矢板を打設しないと大きな盛土沈下抑制効果が得られない。
- 3). 盛土下の過剰間隙水圧消散過程では地盤は粒子接触領域、懸濁領域、圧密領域の3領域から構成されていると考えられる。

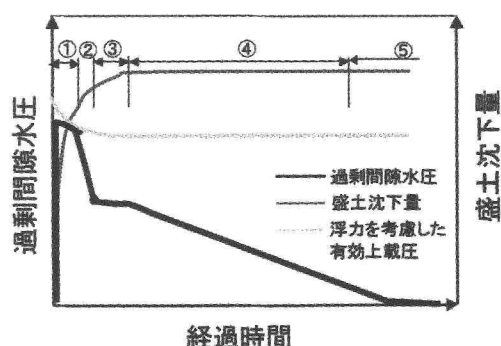


図-6 S 、 Δu の時刻歴

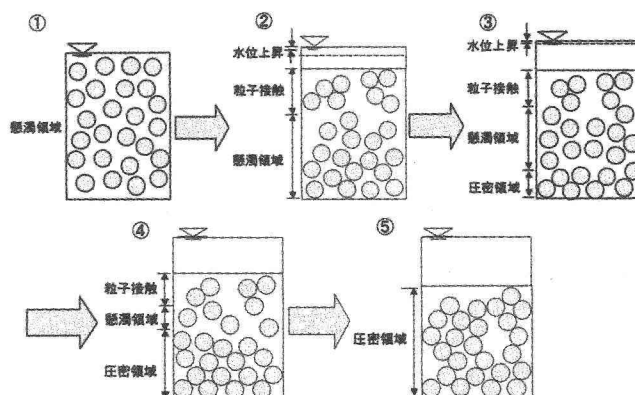


図-7 過剰間隙水圧消散過程のモデル化

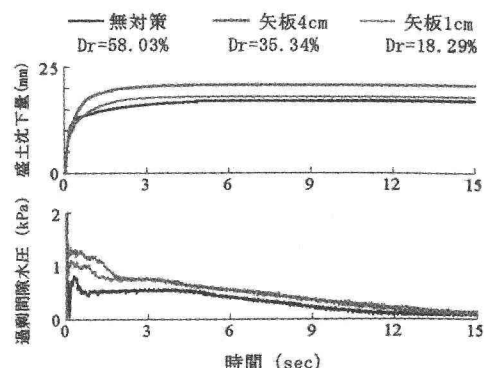


図-3 S 、 Δu の時刻歴変化

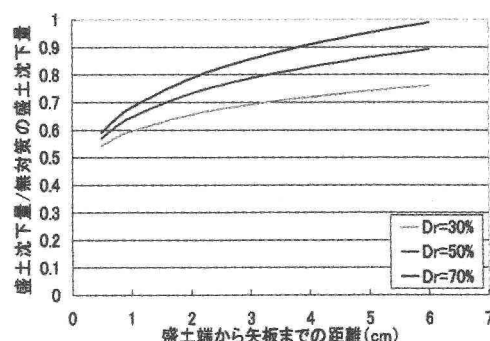


図-4 Dr ごとの盛土沈下抑制効果

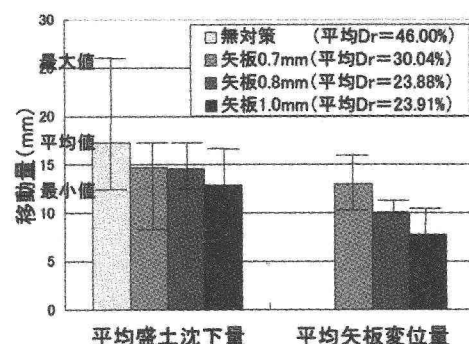


図-5 各剛性の平均移動量