

盛土法尻の液状化対策工に作用する地震時土圧（その3 締固め工法への適用）

(独)土木研究所 正会員 石原 雅規
 正会員 岡村 未対
 正会員 大下 武志

1. はじめに

締固め工法による液状化対策は単に液状化を防止するだけではなく、せん断変形を抑制することにより構造物の変位量を低減する目的で使われることも多い。堤防法尻部の地盤改良がその一例であり、地盤改良部の土はそのせん断抵抗によって堤体直下の液状化した土が側方流動することを抑制する。締固め工法の現行設計は、円弧すべりに対する安全率を確保する震度法ベース¹⁾のものである。しかしながら、近年では許容沈下量に基づいたより合理的な設計が望まれており、簡易な解析方法の提案がなされている。筆者らは盛土法尻部対策工の地震時変形量を求めるときに使用する地震時土圧の評価式^{3),4)}を提案しているが、この式が締固め工法に対しても適用可能であるか遠心模型実験により検証した。

2. 検証方法

盛土法尻直下締固め域では、図1に示すように、盛土直下の液状化層から作用する地震時土圧(p_1)と水平地盤から作用する地震時土圧(p_2)の締固め側面における積分値と慣性力、締固め域底面せん断力が釣り合っているものと考えられる。地震時土圧評価式は、 p_1 と p_2 の差分を評価するものである。したがって、地震時土圧評価式により求めた土圧の積分値と慣性力、締固め域底面せん断力が釣り合うこととなる。本研究では、締固め域底面に作用するせん断力と締固め域の慣性力（加速度）を実験的に求め、地震時土圧評価式との比較を行った。

3. 遠心模型実験

図1のように、材料として江戸崎砂(液状化層、盛土、締固め域)、7号硅砂(支持層)を使用し、剛性土槽(内寸、幅1.5m×高さ0.5m×奥行き0.3m)の中に模型を作成した。実験ケースは表1に示すように締固め域の幅と盛土高を変えたCM1~CM3の3ケースである。締固め域とその外側の液状化層底面に作用するせん断力を計測するために、締固め域の底面中央には、12個の2方向ロードセルを埋め込んだロードセル架台(幅30cm×高さ11cm×奥行き10cm)を固定した。ロードセルは、2cm×10cmの大きさの受圧面を持ち、表面は7号硅砂をエポキシ系接着剤で接着して仕上げた。模型作成は以下の手順で行った。ロードセル架台上面まで $Dr=90\%$ の7号硅砂の支持層を作成した後、木製型枠内に含水比約20%の江戸崎砂を静的に押固め $Dr=125\%$ の締固め域を両側に作成した。型枠を解体した後、液状化層と盛土は $Dr=60\%$ の江戸崎砂で作成した。粘性流体で十分飽和させた後、50gの遠心力場で実験を行い、地下水位は盛土底面下5cmとした。以下、本文では相似則にしたがって原型スケールに

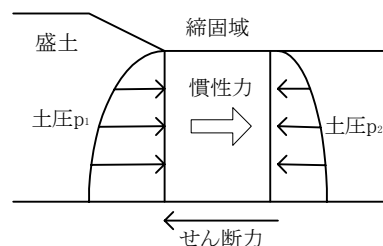


図1 締固め域に作用する力

表1 実験パラメータ
(原型スケール換算)

Case	締固め域幅	盛土高
CM1	6m	5m
CM2	9m	5m
CM3	9m	2.5m

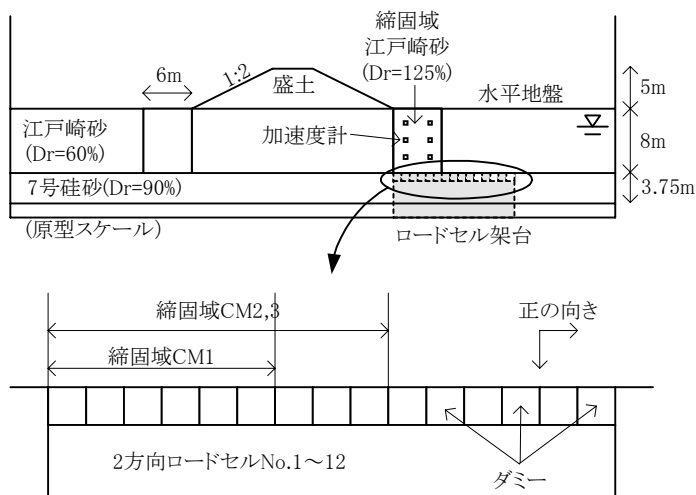


図2 盛土法尻直下締固め模型 (CM1) とロードセル架台拡大図

キーワード 液状化、土圧、締固め工法、遠心模型実験、盛土

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 (独)土木研究所技術推進本部 TEL 0298-79-6759

換算して示す。

4. 実験結果

図3の最上段に CM1 の時の振動台底面で計測した加速度（入力加速度）を示す。入力波形の最初の4波は地盤全体を液状化させることを意図しており、その後の周波数と加速度振幅を変化させた正弦波を3波ずつ入力した。図3の過剰間隙水圧比の時刻歴を見ると、5秒から6秒までに水圧比が1に達しており、液状化していることが確認できる。CM2,3についても同様であった。図3のせん断応力の時刻歴から、締固域底面に作用する平均せん断応力は締硬域外に比べて非常に大きく、締固域が水平変位に抵抗していることが分かる。

実験から得られた締固域底面平均せん断応力と締固域平均加速度の液状化以降（t=5秒以降）の関係を図4において点で示した。地震時土圧評価式から求める締固域底面平均せん断応力は、

締固域底面平均せん断応力 = (漸増成分土圧 + 振動成分土圧) dz + 単位奥行きあたり慣性力 / 締固域幅
 により求めることができ、締固域平均加速度に対してプロットしたのが図4の直線である。振動成分土圧と慣性力を求めるときは実験で得られた締固域平均加速度を使用した。土圧評価式と実験によるせん断応力はよく一致している。参考文献3),4)の土圧評価式は、剛壁の実験を基にしたものである。一般にたわみ性の壁の場合には、剛壁よりも振動成分が小さくなることが知られている。今回の実験での締固域の最大せん断ひずみ振幅は約??%であり、この程度の場合には、剛壁土圧を適用できることがわかった。

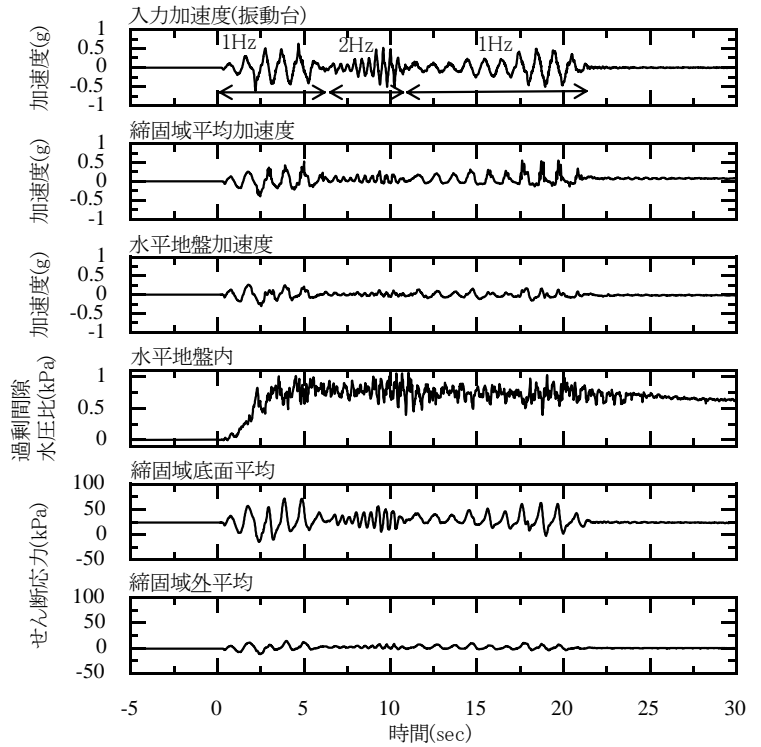


図3 加速度と水圧、せん断応力の時刻歴(CM1)

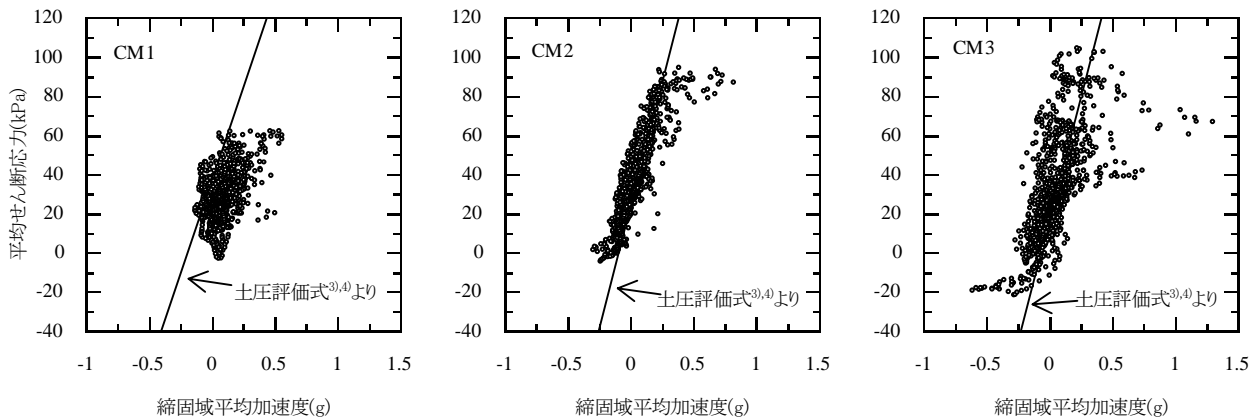


図4 締固域底面に作用するせん断力の平均と締固域平均化速度の関係

5. まとめ

遠心模型実験により盛土法尻部の締固域底面に作用するせん断力を計測した結果、改良域に作用する地震時土圧として筆者等が提案した土圧評価式が適用可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所(1997)、河川堤防の液状化対策工法設計施工マニュアル(案)
- 2) 岡村ら(2001)、固化改良により液状化対策を行った盛土の地震時沈下量評価法、地震工学研究発表会
- 3) 岡村ら(2003)、盛土法尻の液状化対策工に作用する地震時土圧(その1 土圧漸増成分)、土木学会年次学術講演会
- 4) 岡村ら(2003)、盛土法尻の液状化対策工に作用する地震時土圧(その2 土圧振動成分)、土木学会年次学術講演会