

盛土・飽和砂地盤系の地震時沈下に関する遠心力载荷実験

東海大学海洋学部 正 北 勝利

東海大学海洋学部 梶 聡明, 宮下勝也

1. はじめに: 防波堤直下地盤など、局所的な鉛直荷重に起因して地盤中に大きな初期せん断応力が作用する場合に、地震による繰返しせん断に伴い、過剰間隙水圧が十分に発達しない状況で鉛直ひずみが顕著に増大しうる(揺れ込みせん断変形)。著者らの一人は、遠心力場震動実験を通して、兵庫県南部地震において観測された混成堤の大規模沈下の主要因として、揺れ込みせん断変形が挙げられることを示したり。実験では防波堤直下の基礎地盤において、浅部層に比べて中部もしくは深部層にて大きな鉛直ひずみを観測した。一方、異方圧密状態からの非排水繰返しねじりせん断試験結果より、初期せん断応力が大きい場合には変相時の残留有効応力も大きく変相後の鉛直ひずみの進展が抑制され、先述の鉛直ひずみの深度分布をうまく説明できることがわかったり。本文では、混成堤に比べ直下基礎地盤内の初期せん断応力レベルが低減すると考えられる、盛土・飽和砂地盤系の地震時沈下挙動に関する遠心力場震動実験結果について報告する。

2. 実験概要: 本実験では京都大学防災研究所遠心力载荷実験装置(有効回転半径 2.5m)を利用した。

実験模型の概略を図 1 に示す。前面透明の矩形土槽(内幅 400mm, 奥行 100mm, 深さ 280mm)を用いて、脱気したシリコンオイル(粘性係数 50cSt)中に気乾状態の珪砂 7 号(平均粒径 0.12mm, 土粒子比重 2.57, 最大間隙比 1.16, 最小間隙比 0.69)を液中落下することにより水平地盤を作成した。震動前後における地盤変形を観察するために、地盤中に色砂を配置した(図 2)。50g 遠心力場にて 30 分間圧密した後、盛土底面範囲のみに遮水目的で層厚 1~2mm 程度の木節粘土層を作成し、その上に珪砂 4 号で盛土(乾燥質量 0.97kg)を形成した。平均的な模型寸法およびセンサ配置を図 1 に示す。

盛土作成後 50g 遠心力場で自重圧密し、一旦除荷後 50g 遠心力場にて周波数 50Hz(通常重力場で 1Hz 相当), 20 波の規則波による水平震動载荷を行った。

実験は、地盤密度および入力加速度振幅を変化させて、4 ケース実施した(表 1)。

3. 実験結果とその検討: 実験ケース 1 において計測した振動台入力加速度(A1), 地盤内加速度(A3), 盛土加速度(A4), 地盤内過剰間隙圧(P1, P2, P4, P5)および盛土天端沈下量(D)の時刻歴を図 3 に示す。各地点における加速度時刻歴より、振動開始後 2 波の期間では地盤内

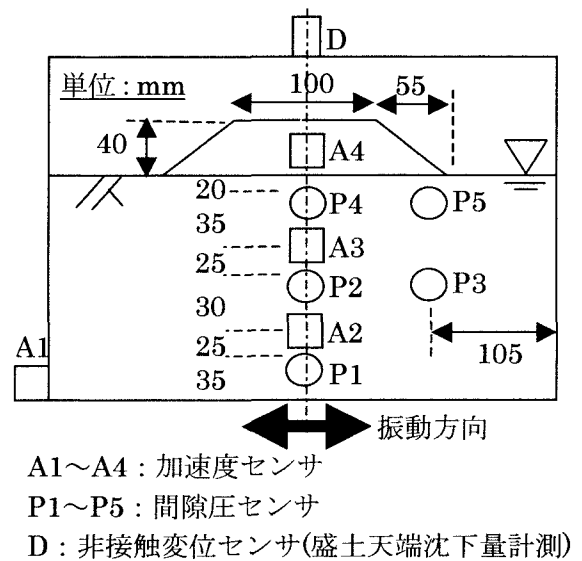


図 1 実験概要

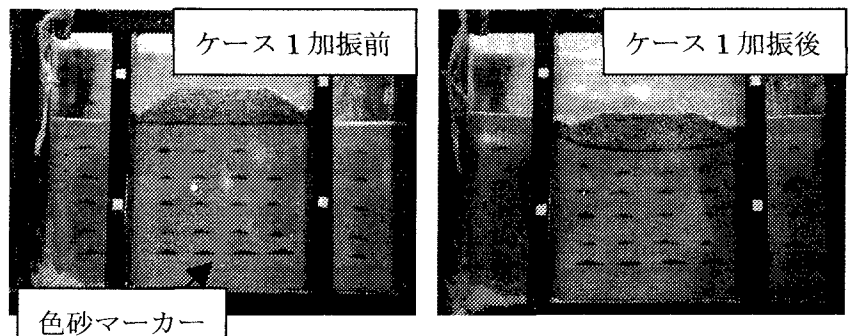


図 2 実験模型および変形状況

表 1 実験ケース

ケース	1	2	3	4
地盤層厚(mm)	173	178	173	167
平均地盤間隙比	1.03	0.94	0.93	0.99
入力加速度振幅(G)	9.3	9.4	6.2	6.1
盛土沈下量(mm)	22	21	10	12

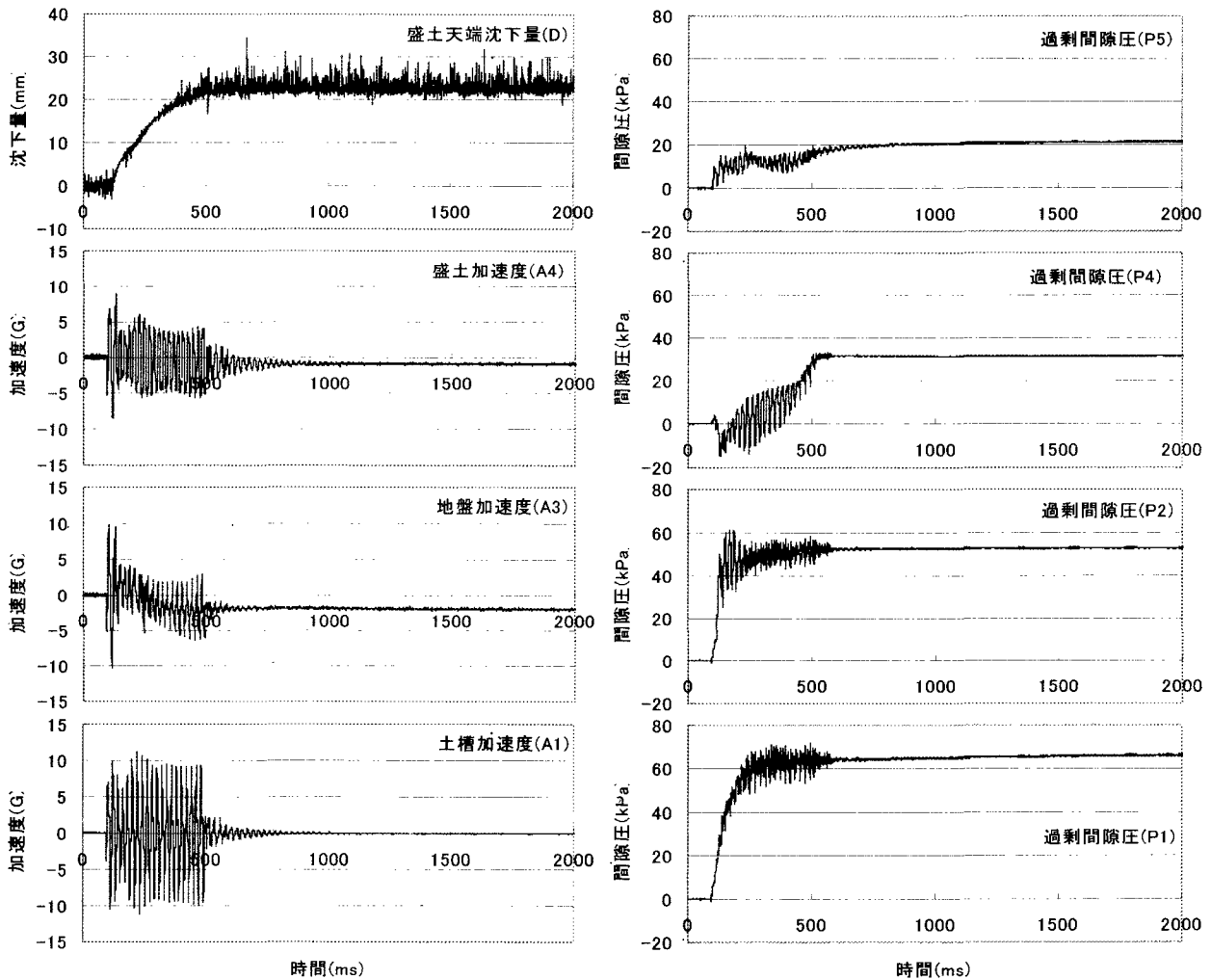


図 3 加速度，過剰間隙圧および盛土天端沈下量の時刻

および盛土の応答加速度振幅が土槽加速度にほぼ等しいのに対し、3波目以降地盤内および盛土の応答加速度振幅が大きく減少し、地盤が軟化していることがわかる。また、3波目以降、盛土天端沈下量が大きく増大し、加振終了と共に沈下もほぼ収束している。

地盤内過剰間隙圧応答に注目すると、地盤深部(P1)および中部(P2)においては振動開始直後より間隙圧が急激に上昇するとともに、約3波目以降に間隙圧の振動性が顕著となり変相状態に至っていることが伺われる。地盤浅部においては、盛土斜面下(P5)では振動载荷直後より過剰間隙圧が上昇し、時刻200msで15kPaに至る。弾性論に基づき算定した同地点の初期鉛直有効応力は17kPaであり、この時点でほぼ液状化に達していると考えられる。一方盛土直下(P4)では振動载荷直後に負の過剰間隙圧が発生し、盛土沈下の進展する振動载荷中(時刻500msまで)には初期液状化に至っていない(同地点の初期鉛直有効応力：36kPa)。

実験前後におけるデジタルカメラ画像(図2)の色砂マーカー位置より計算した、盛土中央直下における地盤の層別鉛直ひずみを図4に示す。ここで層番号は0が盛土、1~5が地盤中のスポットマーカーにより分けた各層(1が最上層、最下層は6だがデータ未掲載)を示す。振動加速度が大きい場合(ケース1, 2)に、最上層より第2層が大きく圧縮していることがわかる。

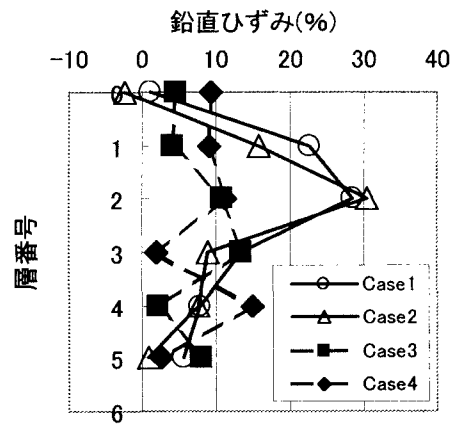


図 4 層別鉛直ひずみ

参考文献：1) Kita, K. and Yamada, H.: Proc. 15th ICSMGE, Istanbul, Vol. 2, pp. 1171-1174, 2001.