

III-97 構造物を有する低塑性粘性土地盤の地震時挙動について

東京工業大学 学生員 ○木村 敏明

正会員 廣岡 明彦 竹村 次朗 木村 孟

1. はじめに

本研究では、遠心模型実験装置内で構造物を有する低塑性粘性土地盤の地震時挙動を調べるために小型模型振動実験を不規則波を入力して実施した。以下、その結果について報告する。

2. 実験

①試料： 模型地盤を作成するにあたって使用した試料は、東京湾川崎沖から採取した塑性指数が約30の川崎粘土に豊浦砂・碎砂を加えて人工的に粒度調整を施した塑性指数が約10の中間土(M10)、約5、2の低塑性粘性土(M5、M2)並びに豊浦砂の4種類である。各試料の物理的・力学的性質については文献¹⁾²⁾に詳細に示されている。

②実験方法： 実験方法についてはほぼ別報³⁾の通りであるが、今回の砂地盤の相対密度は約40%である。振動実験は油圧式加振システムを用いて、エルセントロ波(1940)のNS成分を模した不規則加速度波を二階積分した変位波形を入力して行った。各実験ケースの入力波の周波数特性等については別報⁴⁾を参照されたい。尚、振動実験の際の模型の寸法および各種計測機器の配置は図1に示す通りである。

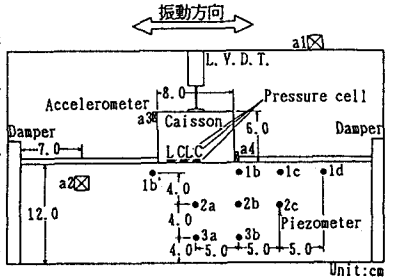


図1 実験システム

3. 実験結果および考察

図2にM2地盤の振動実験中に計測された加速度、過剰間隙水圧並びに構造物沈下量の経時変化を示す。構造物加速度の経時変化に着目すると、振動のごく初期においては入力加速度とほぼ一致しているが、図中の矢印①以降では構造物加速度の位相が入力加速度に対して遅れ、振幅の大きな入力加速度波に対する応答倍率は1以下となる。この位相の遅れおよび応答倍率の低減が矢印①'で示した様に過剰間隙水圧の発生に伴い観察されることから、これらが間隙水圧の上昇によるせん断剛性の低下によるものであることが示唆される。また、構造物加速度の応答は非線形性を呈し、構造物加速度のピークは入力波のピークと比べ平坦であり、特に入力振動の高周波数成分が構造物加速度波形において観察されず、入力加速度の振幅が大きく増減するのに対し構造物加速度の振幅はあまり変化しない。一方、構造物側方で計測した地盤加速度の経時変化では、振動開始から約0.1秒経過した後地盤加速度はほとんど変化せず、地盤に振動が伝達されていない。この時、2bでの過剰間隙水圧の値がほぼ振動前の有効土被り圧(σ'_{v0})と等しく、地盤の液状化によるせん断剛性の低下

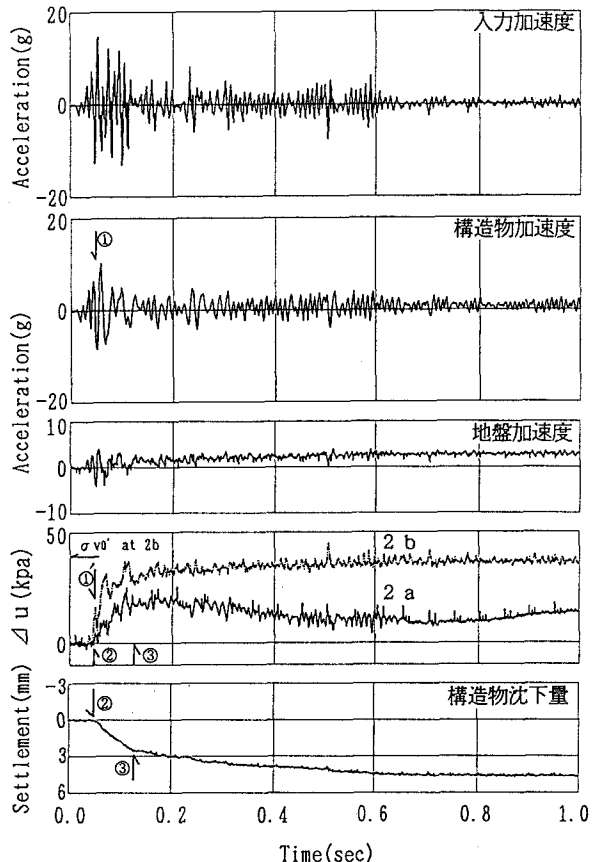


図2 加速度、過剰間隙水圧、構造物沈下量の経時変化(M2)

が振動の伝達されない原因であることは明かである。また、構造物沈下量が2aでの過剰間隙水圧の急上昇（矢印②～③）に対応して急増しており、構造物直下の地盤での過剰間隙水圧の上昇が構造物の沈下を引き起こす主要因であると考えられる。

図3にM10地盤での振動中の加速度の経時変化を示す。M2地盤での加速度の経時変化と同様に、入力加速度に対する構造物加速度の位相の遅れと振幅の減少が見られ、また入力加速度の高周波成分を伝達しない地盤のフィルター効果はより顕著に観察される。しかしながら、地盤加速度はM2地盤のように入力加速度に対しその振幅が著しく減衰することはなく、構造物側方地盤でも液状化を示唆するような現象はみられない。

M10地盤並びにM2地盤において振動中に発生した変位ベクトルを図4に示す。M10地盤では構造物直下の地盤での鉛直変位が構造物側方の地盤の鉛直変位と比べて明らかに卓越し、構造物側方の地表面の沈下量は極僅かである。これに対しM2地盤では構造物直下での鉛直変位が最大ではあるものの、構造物から離れた地盤の浅い領域で変位ベクトルが水平方向より下方を向いており、構造物側方の地表面も比較的大きく沈下した。図2・3に示した加速度と間隙水圧の経時変化からも明らかな様に、塑性の低い土ほど繰返しせん断による剛性低下が有効拘束圧の影響を大きく受けるため、M2地盤では大きなせん断力が作用する構造物近傍のみならず、構造物の自重による拘束圧が小さな構造物側方の地盤においても著しい剛性低下が生じる。このため構造物直下のみならず、構造物側方の地表面でも大きな沈下が発生したものと考えられる。

図5は構造物直下2aでの残留間隙水圧比（ $\Delta u / \sigma v_0'$ ）と構造物沈下量の関係を各々の実験についてプロットしたものである。図中には、今回の実験結果に加えて、正弦波による振動実験の結果³⁾もともに示した。この図から、残留間隙水圧比が大きくなるにつれて構造物の沈下量が大きくなる傾向が見て取れ、試料の違いによらず振動時に地盤内に発生する間隙水圧による有効応力の低下が構造物の沈下量に大きく影響を与えていることがわかる。

《参考文献》

- 1) 細見ら; 中間土の動的特性に及ぼす応力異方性の影響について、第24回土質工学研究発表会概要集 pp. 853～856
- 2) 中園ら; 著しく塑性の低い粘性土の繰返しせん断特性、第26回土質工学研究発表会講演集 pp. 799～802
- 3) 竹津ら; 粘土混じり砂質土地盤の地震時挙動について、第26回土質工学研究発表会講演集 pp. 1051～1052
- 4) 廣岡ら; 低塑性粘性土地盤の不規則波による遠心模型振動実験、第27回土質工学研究発表会講演集

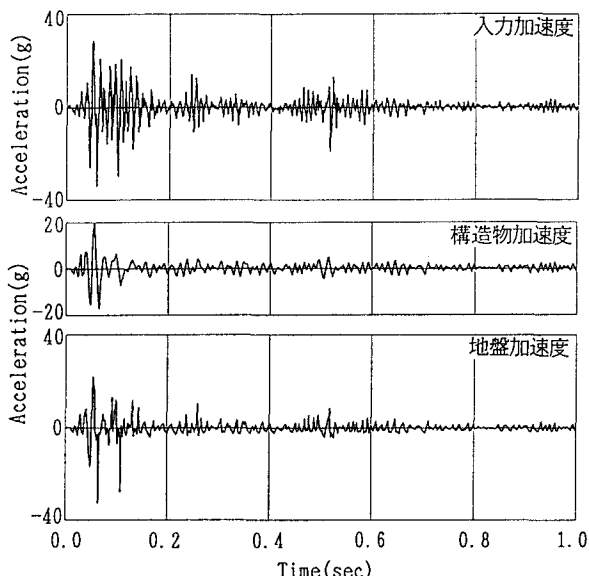


図3 加速度の経時変化 (M10)

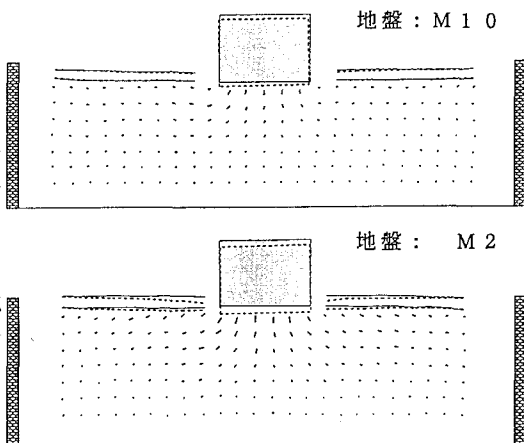


図4 変位ベクトル図

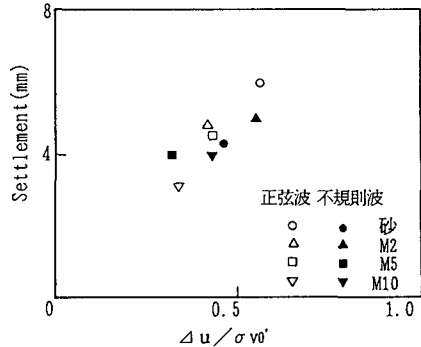


図5 残留間隙水圧比～構造物沈下量の関係