

建設省土木研究所 正員 二宮 嘉朗
 正員 萩原 良二
 正員 東 拓生

1. はじめに

埋立土層などの軟弱な砂質土層に埋設される共同溝や下水道管などの地中構造物は、地震によって液状化による浮上がり被害が考えられる。実際、下水道管については新潟地震以降、釧路沖地震の釧路町や北海道南西沖地震の長万部町など多くの被害事例が報告されている。本研究では、液状化による浮上りの設計法¹⁾が示されている共同溝のような長方形断面の地中構造物に対して、側壁を設けた場合の側壁周辺の液状化時の過剰間隙水圧上昇特性について、模型振動実験によって検討した。

2. 実験概要

図-1に示すように土槽の地盤模型は上層からA、B、Cの3層で構成され、上から順にゆる詰め構成になっている。ここで、長方形断面の地中構造物模型はゆるい砂層（A層）に設置する。実験に使う地中構造物模型は高さ15cm、幅45cmの長方形断面で、それぞれアクリル板の無いもの、10cm、20cm、30cmの長さのアクリル板の付いたもの及びアクリル板の代わりに10cm長・1mm厚の穴あき鉄板に替えたもの（側壁長さは10cmと30cm）の合計6種類のモデルとする。表-1に実験モデルを示す。

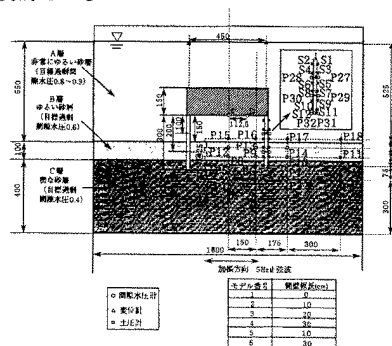


図-1. 実験模型概要

表-1 地中構造物模型

モデル番号	幅 (cm)	高さ (cm)	側壁長 (cm)	1)	2)	3)
1	45	15	0		1.0	
2	45	15	10	A層	1.0	アクリル製側壁
3	45	15	20	B層	1.0	アクリル製側壁
4	45	15	30	C層	1.0	アクリル製側壁
5	45	15	30	A層	1.0	(アクリル+穴あき鉄板)製側壁
6	45	15	30	C層	1.0	(アクリル+穴あき鉄板)製側壁

注1) 地盤の先験のある層（個人仕様、図-1参照）を示す。
 2) 模型の穴あきの比は側壁を含んだもので算出している。
 3) モデル2～4の側壁は1cm厚のアクリル板を使用している。またモデル5及び6の上方10cmの側壁は、1mm厚の穴あき鉄板に替えたもので、モデル6の下方2cmは1cm厚のアクリル板である。

加振時の各層の液状化程度については、A層が液状化程度大、B層が液状化程度中、C層が液状化程度小となるように目標値を設定している。また各層が目標の過剰間隙水圧比に除々に近づいて、一定値（目標値）となるように加振は5Hz、1分間、65galより6秒おきに15gal（最初のみ10gal）ずつ増大させた。

3. 実験結果と考察

図-2にモデル1、4、6における地盤内の過剰間隙水圧について、加振後10秒間（モデル4は15秒間）の経時変化を示す。ここで、モデル1、2はそれぞれ4秒、9秒程度で浮き上がり始めているが、他のモデルは10秒ではほとんど浮き上がっていない²⁾。側壁の無いモデル1では、C層内にあるP1～P4の上昇過程の差はほとんどない。しかし、同じP1～P4でも側壁が30cmあるモデル4と6では側壁の外側の地盤の過剰間隙水圧（P3、4）が、内側（P1、2）よりわずかに上昇量が多い。一方、P1～P4より地中構造物に近い位置にあるP8～P11について、モデル4では外側（P10、11）が内側（P8、

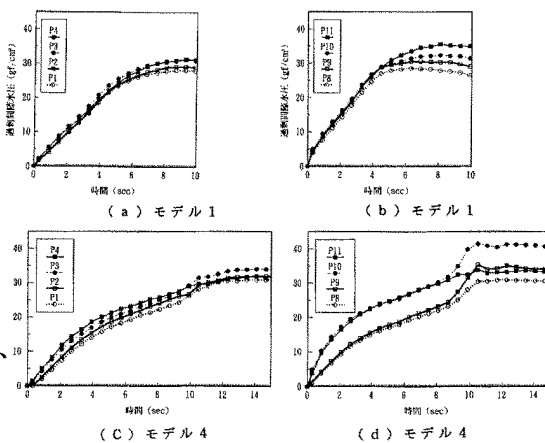


図-2. 地中構造物下の地盤の過剰間隙水圧

9) より過剰間隙水圧の上昇速度の差が大きい。また地中構造物底板より10cmは水が浸透できる構造になっているモデル6はモデル4ほど差は大きくないが1よりは差は大きい。なおモデル4に比べて、1と6は過剰間隙水圧は速く上昇し、早く安定する。

図-3に地中構造物底板の過剰間隙水圧(C、D)の経時変化を示す。これによると、モデル1で側壁内側の中央(C)と端(D)との過剰間隙水圧の経時変化の差は明らかにある。幅のある地中構造物が浮上しがたい³⁾要因の一つとして、構造物幅中央の過剰間隙水圧が端と比べて上昇が遅いことが挙げられよう。モデルごとの比較を行うと、30cm長さのアクリル製側壁を設置しているモデル4に比べて、他のモデルは過剰間隙水圧の上昇が速いといえる。

図-2と3を比較すると、地中構造物底板より離れた深さの地盤においては、側壁内側では地中構造物の中央側か端側かの違いはほとんどないが、底板では中央側か端側かの違いは大きいといえよう。

図-4に側壁の内・外での過剰間隙水圧の経時変化を示す。これによると、底板に近いところの過剰間隙水圧(P27、28)はモデル2では側壁内外の差があまりないが、モデル4では差は大きい。また同じモデルでは側壁の先端に近いほど内外の水圧差が小さくなっている。なお、側壁根入れ層の液状化程度の違いについて、側壁先端からの距離が同じであるモデル3のP27、28とモデル4のP29、30で比較すると、B層に根入れされているモデル3の方が内外の差がいくらか大きくなっている。

4. おわりに

地中構造物模型底板両端に側壁を設けた場合の液状化による周辺の過剰間隙水圧の上昇特性について、側壁の長さ、側壁の特性を変えて模型振動実験を行った。その結果、側壁によって地中構造物底板や真下の地盤の過剰間隙水圧の上昇は抑制される。また側壁内外の水圧差は、側壁の先端から遠いほど大きく、側壁を長くすると地中構造物下の過剰間隙水圧が抑制されることがわかった。

【参考文献】

1) (社) 日本道路協会：共同溝設計指針、1986
 2) 二宮、大塚、東：液状化による地中構造物の浮上がり低減工法に関する実験的研究、第49回土木学会年次学術講演会、1994、9
 3) Tokida, Ninomiya and Azuma: Experimental Study on Liquefaction Potential and Uplift Deformation of Underground Structures, 5th U.S. -Japan Workshop on Earthquake Prevention for Lifeline Systems, 1992, 10

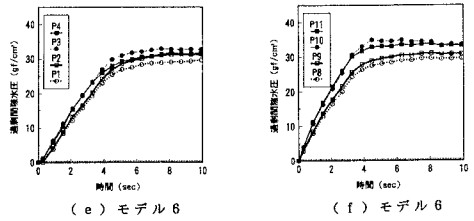


図-2. 地中構造物下の地盤の過剰間隙水圧

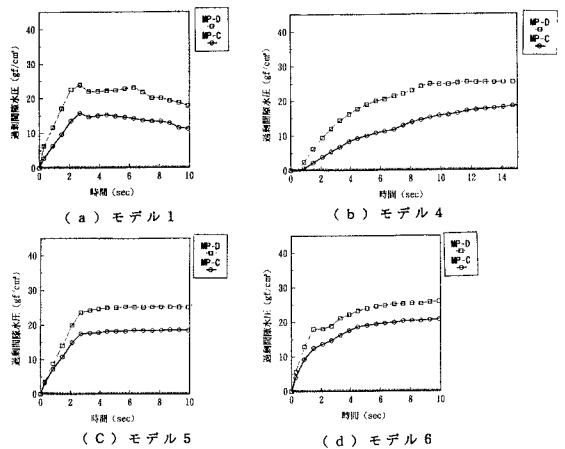


図-3. 地中構造物底板の過剰間隙水圧

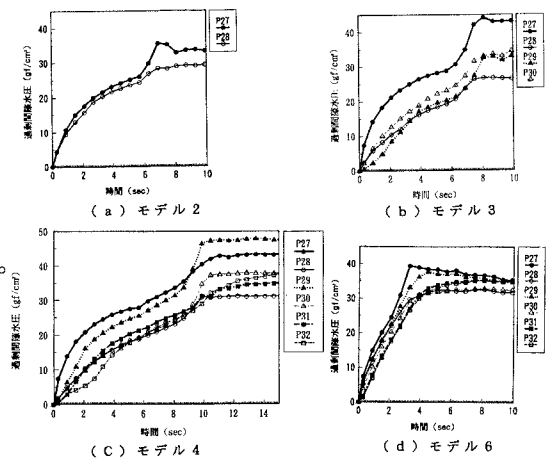


図-4. 側壁内外の過剰間隙水圧