

III-605

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

建設省土木研究所 正会員 二宮嘉朗

正会員 大塚久哲

正会員 東 拓生

1. はじめに

埋立層や沖積堆積層に埋設される共同溝や下水道管などの地中構造物は、液状化による浮上がりに関する検討を要することが多い。実際、釧路沖地震や北海道南西沖地震においては、液状化による浮上がりと判断される下水道管渠の被害が釧路町や長万部町などに発生しており、浮上がりに関する合理的な設計法・対策工法が求められているといえよう。

本研究では、地中構造物の浮上がり対策工法として地中構造物底板両端に側壁を設置した工法について、その低減効果を検討するための模型振動実験を行ったので、その結果を報告する。

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4.5cm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の合計4種類とする。表-1に実験モデルを示す。

整層地盤は、C層は水中落下により作製した地盤を加振、B層はこれより小さく加振、A層は加振せずにそれぞれ作製した。各層とも豊浦標準砂を使っている。

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（過剰間隙水圧比0.8～0.9程度）、B層が液状化程度中（過剰間隙水圧比0.6程度）、C層が液状化程度小（過剰間隙水圧比0.4程度）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）づつ増大させた。なお、目標の過剰間隙水圧比まで達した後、目標値を下回る（上回る）ような場合、自動的に2倍（1/2倍）の加速度になるようにプログラムしている。

3. 実験結果と考察

図-2にモデル2におけるB層（P10）の過剰間隙水圧の経時変化を示す。除々に増加して後、ほぼ一定に保たれている。

次に図-3に過剰間隙水圧と鉛直変位（浮上がり量）との関係を示す。ここで、過剰間隙水圧値はP19、P20、P21、P22の値より加重平均して算出した地中構造物底面と同深度の周辺地盤の値である。こ

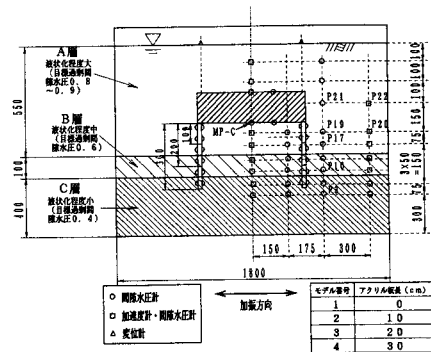


図-1 実験模型概要

表-1 地中構造物模型

モデル No.	幅 (cm)	高さ (cm)	アクリル板長さ (cm)	1) 板の先端層	2) 模型の比置
1	4.5	1.5	0	—	1.02
2	4.5	1.5	10	A層	1.02
3	4.5	1.5	20	B層	1.02
4	4.5	1.5	30	C層	1.02

注1) アクリル板の先端のある層（埋入層）を示す。

注2) 見かけの比置はアクリル板のあるものについては、板を食んだもので算出している。

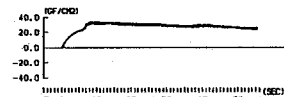


図-2. B層（P10）の過剰間隙水圧の経時変化

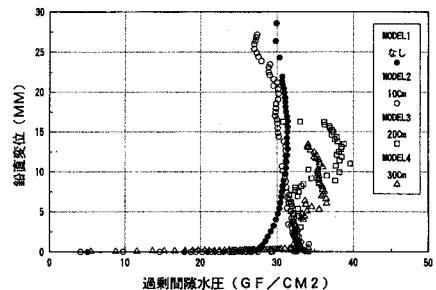


図-3. 鉛直変位と過剰間隙水圧

の図からわかるように、アクリル板のないモデル1は周辺の過剰間隙水圧が27 (gf/cm²) 程度で浮き上がっているが、10 cm、20 cm、30 cmのアクリル板を付けたモデル2、3、4の場合は、33 (gf/cm²) 程度で浮き上がっている。

図-4には構造物模型底板に設置した間隙水圧計が計測した過剰間隙水圧の計測結果を示す。これによると、浮き上がるまでの過剰間隙水圧の上昇速さはアクリル板のないモデル1が一番大きく、次にアクリル板長さが10 cmのモデル2である。3、4の水圧の上昇速さは同程度に小さい。

図-5に浮上がり状況を示す。モデル1と比べると2、3、4は明らかに浮上がり速度・浮上がり量は抑制されている。ただし、モデル3と4の違いはわずかである。

図-6には、モデル1と4の加振6秒後の過剰間隙水圧の分布を示す。地中構造物模型上方の水圧分布はモデル1、4とその差はほとんどない。しかし、構造物模型底板より下ではモデル1は模型真下と周辺地盤の水圧の差は小さいが、4についてはその差は大きく、また模型真下の水圧が小さくなっている。

30秒後の浮上がり状況を写真-1に示す。ここで、黒いラインは黒く着色した砂で周辺地盤と同じ砂である。また、正面のアクリル板に長方形に描かれた白い線は加振前の地中構造物の位置を示す。写真より、アクリル板のあるモデル3では地中構造物底板の加振前の位置（写真矢印）より上には砂は回り込んでいない。また、地中構造物模型底板下方では砂の位置が下っており、底板真下においても、砂は液状化していることを示している。

4. おわりに

液状化による地中構造物の浮上がり対策工法として、地中構造物底板両端に側壁を設置する工法について、側壁の長さを変えて模型振動実験を行った。その結果、側壁が長い程、浮上がり量は小さく、底板真下の過剰間隙水圧の上昇も小さい。ただし、両者はある程度以上側壁が長くなるとその効果は小さい。この側壁の浮上がり抑制効果の要因として、周辺地盤から模型真下への水圧の伝播や砂の回り込みの抑制が考えられる。

側壁が浮上がりを低減する効果としては、種々考えられるが、今後、各種要因が浮上がりの低減に寄与する程度を評価し、合理的な設計法を提案していきたい。

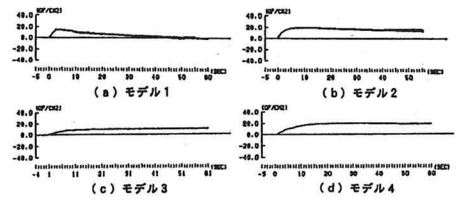


図-4. 地中構造物模型底板中央 (M-P-C) での過剰間隙水圧の経時変化

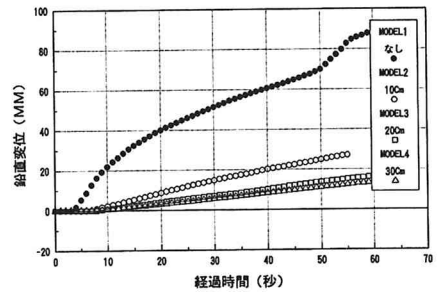
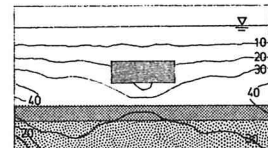
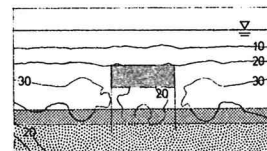


図-5. 鉛直変位の経時変化

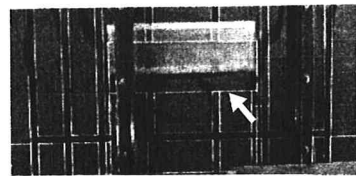


(a) モデル1

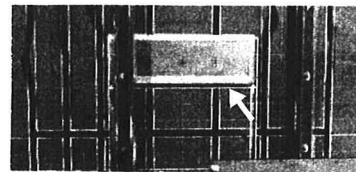


(b) モデル4

図-6. 過剰間隙水圧分布



(a) モデル1



(b) モデル3

写真1. 加振30秒後の地中構造物の浮上がり状況