

締固めによる永久変位対策工に関する振動台実験

九州工業大学 大学院 学生員 ○内田 泰
 九州工業大学 工学部 正 員 安田 進
 九州工業大学 大学院 学生員 規矩大義
 九州工業大学 工学部 学 生 中野晴夫

1. まえがき

新潟地震や日本海中部地震の際、新潟市や能代市などでは、液状化にともなった永久変位によって、ライフライン等の地中構造物が多大な被害を受けたことが、その後の調査により明らかにされている。近年、このような液状化被害に対して、数多くの対策工法が提案され、そのうちの幾つかは、既に実用化されつつある。しかし、これらの対策工のほとんどが、液状化発生そのものを防ごうとするものであり、広範囲な液状化によって地盤が移動するといった”永久変位”に対して、効果があるかどうかは研究途上にある。そこで本研究では、永久変位のような大変形に対する対策工法として、サンドコンパクションパイル工法（以下、SCP工法と略）や埋戻し土を連続壁状に締固める工法をモデルにとり、その締固め工法の永久変位抑止に対する有効性を確認するために、模型振動台実験を行ってみた。これらの結果を以下に報告する。

2. 実験装置および試料

実験には幅1.0m、奥行き0.6m、高さ0.7mの土槽(前面のみガラス張り)を用いこれを油圧式の振動台(1.0m×1.0m)上にのせて加振を行った。土槽は箱型であるため側壁の影響を軽減するように両側壁内に厚さ5cmのフォームを貼りつけた。実験に用いた試料は、豊浦標準砂($e_{max}=0.977$, $e_{min}=0.605$)である。

3. 実験内容および方法

対策箇所の作成方法は、以下のとおりである。①SCP実験の場合、中空の杭(直径2cm、長さ30cm)を、埋戻し土の締固め連続壁実験の場合は板(長さ30cm)を非液状化層の中心部に差し込む。②水中落下法により液状化層を作成する。③土槽下部より時間をかけて排水し、杭または板をゆっくり抜き取る。④開いた穴に試料を投入し、周りの地盤に振動が伝わらないように一定の力で押し締め固める。それぞれの実験については置換率 $A_s(\%)$ 、連続壁の厚さを変えた実験を行ない無対策の場合との比較を行なった。なお、締固め施工部分に関しては常に $Dr=90\sim 100\%$ 位の値が得られるようにしている。表-1、2に各実験のケース表を、図-1に対策箇所のモデル図を示す。液状化層厚は20cm、地下水位は地表から2cmとし、地表面、液状化層下面はともに3%勾配とした。加振は全ケース共、周波数3Hz、250galの台加速度のもとに実験を行い、液状化が生じて約10秒後に加振を終了した。地表面の変位量は、マーカーで、鉛直方向の変位分布は土槽前面に並べた”うどん”を写真撮影することで測定した。

表-1 SCPモデル実験ケース表

CASE	配置本数	ピッチ(cm)	置換率 $A_s(\%)$
S-1	6本配置	10cm	3.1%
S-2	8本配置	7.5cm	5.6%
S-3	10本配置	6cm	8.7%

(改良部の直径は2cm)

表-2 連続壁モデル実験ケース表

CASE	連続壁の厚さ(cm)
W-1	0.5cm
W-2	1cm
W-3	1.5cm
W-4	2cm

4. 実験結果および考察

実験結果のうち地表面に設置した7-かにより測定した平均変位量の分布図を図-2に示す。両実験とも永久変位を完全に抑制することはできないが、対策箇所に近い程変位量は減少し、その減少の程度は連続壁モデルの方が大きく、厚みが厚い程大きいことがわかる。

また、SCP モデル実験における $As(\%)$ 、および連続壁モデル実験における厚みと変位量の関係をそれぞれ図-3、4に示す。これからも、置換率の増加、および連続壁の厚みの増加に伴い変位量が減少していることがわかる。次に対策箇所から約5cm離れた所に設置した水圧計により測定した過剰間隙水圧比の時間変化を図-5に示す。これより対策箇所だけでなくその周辺地盤においても締固め効果により液状化の発生が妨げられ永久変位が抑制されていることが考えられる。

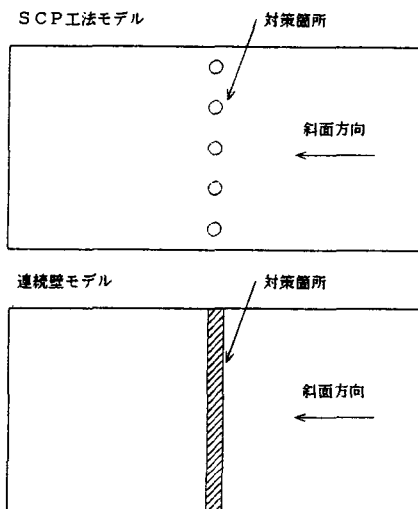


図-1 対策箇所のモデル図

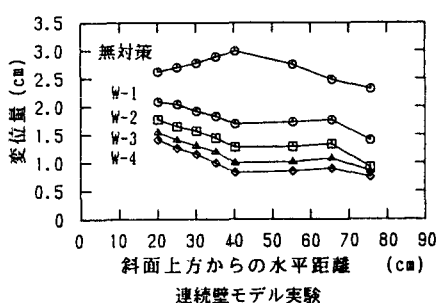
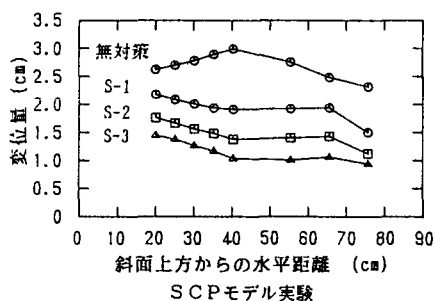


図-2 平均変位量の分布図

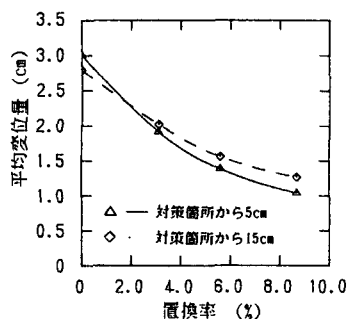


図-3 置換率 $As(\%)$ と変位量の関係

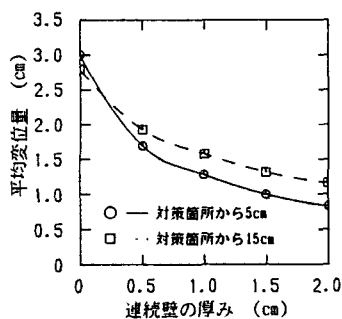


図-4 連続壁の厚みと変位量の関係

5. あとがき

永久変位を抑制する対策工法として、締固め効果を利用した2種類のモデル実験を行ってみた。その結果、改良範囲の増大、つまり締固め領域の増大に伴い永久変位は、ある程度抑制できることが確かめられた。さらに、新たな対策工法の検討も行っていきたい。

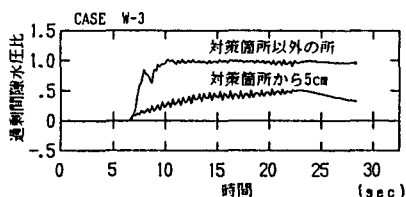


図-5 過剰間隙水圧比の変化