

液状化対策による地盤のばねの剛性の変化について

熊本大学工学部 正員 秋吉 卓
 " 正員 ○松本 英敏
 " 古閑 義幸
 八代工業高等専門学校 正員 淵田 邦彦

1. はじめに 局所的に液状化を抑える効果が認められることから、碎石置換による施工実績が増えつつあり、我々もその液状化対策に関する模型実験を行ってきた¹⁾。その結果碎石のごく近辺だけは過剰間隙水圧は大きく低減し、地盤反力係数を増大させる効果があることがわかった。しかしながら局所的な排水効果だけで広域の防止効果を期待するのは現実的には問題があり²⁾、むしろ他の工法の補助ないしは併用することが望まれる。一方、サンドコンパクションパイル工法に代表される締め固め工法は砂層の密度の増大を図る工法として広く施工されており、その効果も報告されている³⁾。そこで本研究では、締め固め工法の一つとして動圧密ないしはバイプロタンパーを想定した地表面の振動締め固めを行い、この工法の液状化抑制対策の有効性を地盤反力係数により考察した。

2. 実験概要 本研究に用いた引き抜き実験装置は図1に示のように、ルール上に固定した起振機と砂槽(幅380mm×長さ980mm×高さ330mm)をころの上に載せて水平加振した。また、模型地盤の物理定数は表1に示してあるように均等係数2.31の比較的均一な川砂を用い、下部からの噴き上げ装置により緩詰め地盤を作成した。締め固め地盤の作成にあたってはメカニカルバイブレーター(早坂機械製作所製)を緩詰め地盤の地表面に設置し、起振力2.9kgで約20秒間振動締め固めを行った。その後、地盤の締め固まりの度合いを調べるためベーン(直径50mm、高さ100mm)を用いてせん断応力を計測した。実験ではまず a)無対策地盤と b)締め固めた地盤中に水圧計、加速度計を地表面から50mm, 150mm, 250mmの深さ方向3ヶ所に設置し、液状化継続時間を51.2秒間計測した。次に地盤反力係数を調べる目的で、引き抜き試験を行った。水平方向移動に対しては滑車はわずかに砂を噛んだが、クレーンの性能上、引き上げ速度が16.5cm/secと速かったためその抵抗は無視できるほど小さかった。試験は地表面から100mm, 200mmの位置に模型管路、水圧計、加速度計を設置し、水平移動時の引張力はロードセル、変位は変位計にて約30秒間計測した。今回の実験では入力条件としては各々の場合も12Hz, 最大約120galを用いた。

3. 結果及び考察 図1に示した実験装置により模型管路を用いて、表2に示す試験条件のもとで振動締

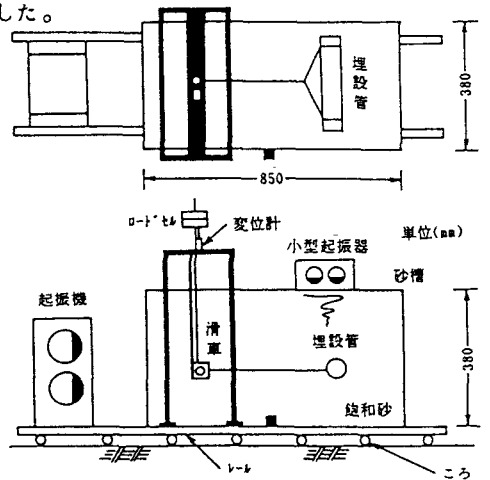


図1 振動砂槽と引き抜き試験装置

表1 砂の物理定数

比重	2.74
最大粒径	2 (mm)
e_{max}	1.026
e_{min}	0.671
均等係数	2.31
平均粒径	0.34 (mm)
透水係数	2.12×10^{-2} (cm/sec)

表2 試験条件

単位体積重量	1.88 (gf/cm ³)
管の長さ	250 (mm)
埋設深さH	100, 200 (mm)
管径d	38, 60 (mm)

め固めによる引き抜き試験を行なった。図2は液状化継続時間とペーンせん断試験による初期せん断応力の関係を示したものである。50mm, 150mm, 250mmいずれの深さにおいても液状化継続時間は無対策(斜線)よりわずかに短いことがわかる。また、せん断応力の強さに比例して継続時間は短くなる傾向があり、締め固め工法の効果が認められた。しかしながら、深くなるにしたがいその傾斜は緩やかになっておりその効果は小さくなっているようである。図3は地盤反力係数と初期せん断応力の関係を示している。無対策の場合は完全液状化のため地盤反力係数は0.02~0.03(kgf/cm²)付近に集中している。一方、締め固め地盤においては初期せん断応力が増すにしたがい地盤反力係数も増加する傾向にあり、深さ100mmの地表面付近では特に効果がある。しかしながら、深さ200mmでは初期せん断応力がある大きさ以上になると頭打ちの傾向が見られ、締め固めの効果が無くなっているようである。図4は過去の実験で行った砕石置換による地盤反力係数と本研究での結果をH(深さ)/d(管径)でプロットしたものである。無対策の場合は完全液状化しており深さに関係なく地盤反力係数はほぼ一様である。砕石置換(砕石境界より100mm)においては深さに比例して右上がりに地盤反力は増加する傾向が見られる。一方、締め固め工法の場合にはデータに多少のばらつきがあるもののH/dが小さい間は砕石置換による地盤反力係数より大きくその効果は認められるが、それ以降は減少ないしは頭打ちの傾向にあることがわかる。

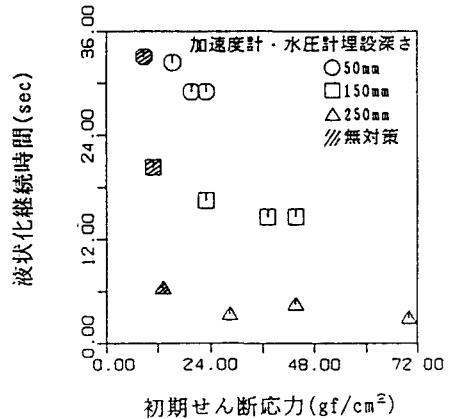


図2 液状化継続時間とせん断応力との関係

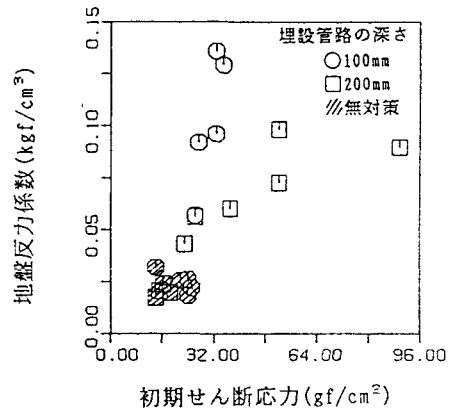


図3 地盤反力係数とせん断応力との関係

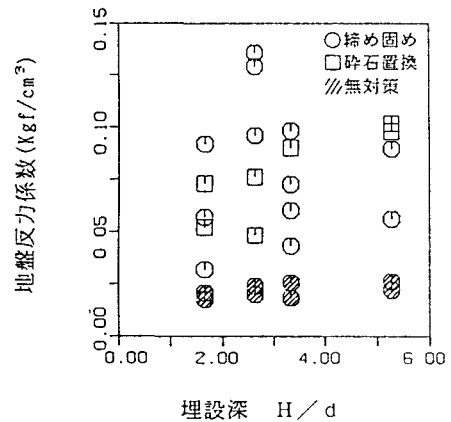


図4 地盤反力係数と埋設深さとの関係

4. おわりに 以上の実験結果より、地震時における締め固め工法による液状化対策は地表面付近では効果が認められた。しかしながら、深くなるほど効果そのものはあるものの頭打ちの傾向にあり、内部では液状化が発生する可能性があるといえる。

5. 参考文献

- 1) 秋吉 卓・他3名：液状化低減のための砕石置換の効果について、土木学会第45回年次学術講演会、pp. 1192-1193, 1990.
- 2) 吉見吉昭：「ねばり強さ」に関する液状化対策の評価基準、土と基礎、pp. 33-38, June, 1990.
- 3) 例えば安田 進：液状化の調査から対策まで、鹿島出版会, 1988.