

液状化時の地盤沈下に関する模型実験

福井工業高等専門学校 正会員○吉田雅穂
 金沢大学工学部 正会員 北浦 勝
 金沢大学工学部 正会員 宮島昌克

1. はじめに

飽和した砂地盤が液状化後に沈下する現象は周知の通りである。1989年10月サンフランシスコ近郊サンタクルズ市の北東約15kmで発生したロマプリーク地震でも、湾岸や埋め立て地などの軟弱地盤地区を中心に液状化による噴砂や地盤沈下などの地盤変状が数多く確認された。液状化対策工法であるグラベルドレーン工法は、地盤の透水効果を高めることを目的とした工法であり、間隙水の強制排水によって施工地盤周辺部の地盤沈下が促進されるのではないかという問題が従来から指摘されている。そこで本研究では、簡単な模型実験を行ってグラベルドレーン工法施工地盤の沈下特性について検討を行った。なお、実験では比較対象として締固め工法施工地盤による実験も行った。

2. 実験概要

Fig.1 に実験装置の概要を示す。鋼製の砂箱に緩詰め砂層（非改良地盤）と改良地盤（CASE1、2ではグラベルドレーン工法施工地盤、CASE3、4では締固め工法施工地盤）から成る模型地盤を作成し、振動台上に設置した。緩詰め砂層は、手取川の川砂を冠水させた砂箱に水中落下させて作成した。改良地盤は、CASE1、2ではコンクリート骨材用の5号碎石を密に詰めて作成し、CASE3、4ではあらかじめ水中落下法により作成した緩詰め砂層を300gal、5Hzの正弦波で3分間加振する振動締固め法により作成した。なお、改良地盤と緩詰め砂層の境界部は砂を通さないナイロンメッシュで仕切られており、両地盤間の砂の移動を防いでいる。水圧計は、改良地盤との境界から水平方向に100mm、200mm、300mmの位置（地表面から100mm）、また地表面から鉛直方向に50mm、100mm、150mmの位置（境界から100mm）の緩詰め砂層内に設置した。地盤沈下量は、改良地盤との境界から300mmまで50mmおきに、300mmから800mmまで100mmおきに、2測線計22ポイントで計測した。なお、実験ケースおよび入力条件はTable 1 に示す通りであり、入力波は5秒間で最大加速度に達するような5Hzの正弦波である。また、実験に用いた砂および碎石の物理定数はTable 2 に示す通りであり、緩詰め砂層の含水比は約30%、単位体積重量は 1.84gf/cm^3 である。

3. 実験結果および考察

1) 過剰間隙水圧の時刻歴

Fig.2 にCASE1、3（約30秒加振）における入力加速度と地盤境界部から100mm、200mm、300mmの位置（地表面から100mm）での過剰間隙水圧の時刻歴の一例を示す。a)、b)はそれぞれグラベルドレーン工法（G30101）と締固め工法（C30101）の結果である。a)、b)の各水圧波形に注目すると、b)では全ての位置で

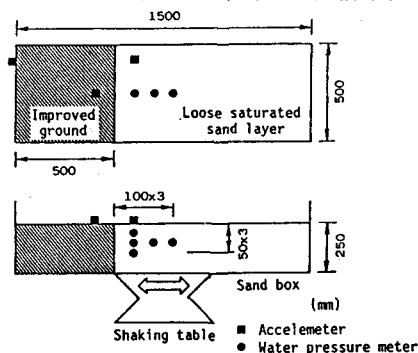


Fig.1 General view of test apparatus.

Table 1 Conditions in tests.

Case No.	Test No.	Duration of Shaking (s)	Max. Input Acceleration (gal)
1	G30101	28.9	98.9
	G30102	29.6	91.6
2	G05101	4.5	94.5
	G05102	5.0	91.7
3	C30101	29.0	96.0
	C30102	28.9	97.5
4	C05101	5.7	98.9
	C05102	6.1	88.8

Table 2 Physical properties of sand and gravel.

Sand	
Specific Gravity	2.67
Uniformity Coefficient	2.96
Maximum Void Ratio	1.030
Minimum Void Ratio	0.721
50 Percent Diameter	0.2 (mm)
Coefficient of Permeability	1.92×10^{-2} (cm/s)
Gravel	
Specific Gravity	2.69
Maximum Grain Size	25 (mm)
Coefficient of Permeability	8.24 (cm/s)

完全液状化に達しておりその状態が長く継続しているが、a)ではその継続時間が大きく短縮されており、グラベルドレーンの効果が顕著に現れているのが分かる。また、a)では境界に近いほどこの傾向は著しく、境界から100mmの位置にあっては完全液状化に至っていない。b)においてもこの傾向が若干見られるが、これは改良地盤の剛性により地盤のせん断変形が抑制されたためと思われる。これらの現象はCASE2、4(約5秒加振)の場合でも同様に見られた。

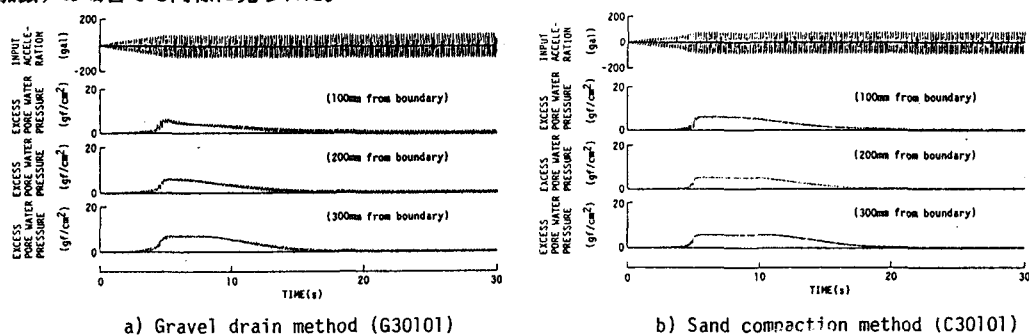


Fig.2 Time histories of input acceleration and excess pore water pressures.

2) 地表面沈下率の水平方向分布

Fig.3に地表面沈下率の水平方向分布を示す。a)、b)はそれぞれ加振時間が約30秒と約5秒の結果である。なお、地表面沈下率とは地盤沈下量を初期地盤厚さで除した地盤ひずみのことである。同図によれば、a)、b)ともに境界部付近での地表面沈下率が小さいが、これも1)で述べた改良地盤の剛性による影響と思われる。また両者を比較すると、明らかにb)の方が沈下率が小さいことが分かる。b)の場合、地表面が液状化した直後に振動を停止しているため、その沈下は地盤内の過剰間隙水圧の消散によってのみ生じる沈下と考えられ、振動締固めの影響を受けていないからである。また、グラベルドレーン工法(□、◇)と締固め工法(+、×)の沈下率を比較してみると、水圧波形で見られたような両者の明確な差異は認められず、グラベルドレーンによって周辺地盤の沈下が促進されるような結果は得られなかった。

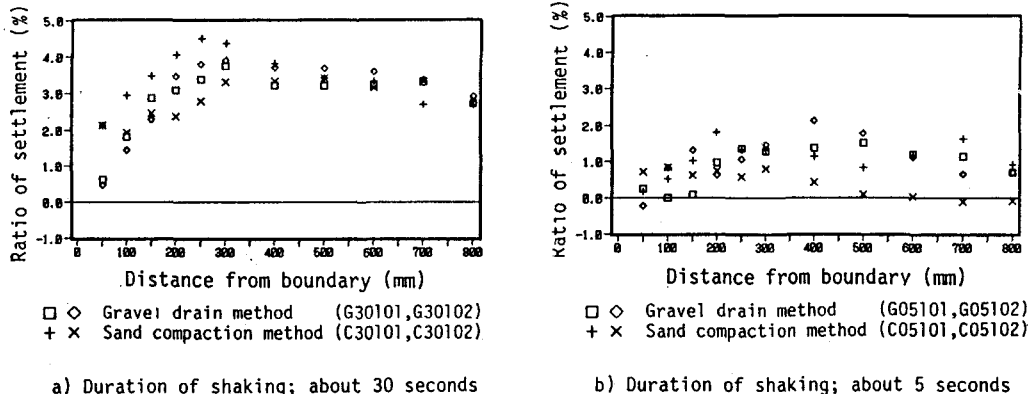


Fig.3 The ratio of settlement in relation to the distance from boundary.

4. おわりに

以上、実験結果について簡単な検討を行ったが、現在も実験データを蓄積中である。それらの詳細は発表時に譲る。なお、本研究を遂行するにあたり平成元年度科学研究費補助金(奨励研究(A)、課題番号01750487、研究代表者:吉田雅穂)「グラベルドレーン施工地盤の液状化時沈下特性」の援助を得た。記して謝意を表す。