

グラベルドレーンを用いた埋設管路の液状化対策工法
に関する実験

金沢大学工学部 正 員 ○宮島昌克

金沢大学工学部 正 員 北浦 勝

金沢大学大学院 学生員 北島 孝

1. はじめに

電気、ガス、水道、通信などのいわゆるライフラインシステムを、地震時の地盤の液状化現象による被害から守るための方途としては、サンドコンパクションパイルなどが有効と考えられてきた。しかし既存構造物に対策を構ずると、側方流動等を生じて構造物を破損することも考えられる。そこで施工時に振動などを伴わないグラベルドレーン工法が注目されるが、グラベルドレーン工法では従来対象構造物の周辺のかかなり広い範囲を地盤改良しなければならないとされており、費用がかかることが欠点であった。本研究では、埋設管周辺の限定された範囲にグラベルドレーンを施すことにより、被害軽減効果を得られるのではないかととの観点から、実験的な検討を行った。

2. 実験方法

Fig. 1 に実験装置の概略を示す。図に示すように振動台上に置かれた砂槽に模型地盤を作成した。本研究では、管の破壊要因として液状化地盤と非液状化地盤との境界部に生ずる動歪（歪の動振幅）に注目しているので、管模型の両端部に当たる部分の地盤を締め固め、中央部のみが液状化するように模型地盤を作成した。管模型にはサンウレタンゴム製の丸棒を用い、これに板鉛を巻いて、模型地盤との単位体積重量の比が実物に対応するように調整している。またグラベルドレーンは、柔らかい金網にナイロンストッキングを貼りつけたものの中に、砕石を入れて用いた。これは施工に当たってジオテキスタイルなどを併用することを想定したものである。その他実験材料、実験地盤の諸定数は Tables 1, 2 に示すとおりである。その砂槽を5秒間で最大約100galに達する、振動数5 Hzの調和波で約30秒加振した。

3. 実験結果および考察

Figs. 2, 3 にそれぞれ無対策の場合と対策を施した場合との入力、応答加速度、過剰間隙水圧、管模型の軸歪の時刻歴変化を示す。まず、過剰間隙水圧の変化から、グラベルドレーンの過剰間隙水圧消散促進効果により液状化の継続時間は短くなっていることがわかる。管模型の軸歪を見ると、まず無対策の場合では、特に液状化地盤と非液状化地盤との境界部で動歪が卓越しており、実際の地盤でもこのようになっているものと予想される。他の2ヶ所の軸歪では、動的な成分よりも静的な成分が卓越しているが、これは管の浮上によるものと考えられる。一方、対策を施した場合では、液状化が早く終了することから、動歪の卓越する継続時間は短くなっているが、それでも砂層の深い部分が液状化している約5秒間は動歪が現れ、その最大値は無対策の場合と比較してあまり変わらない結果となった。

4. おわりに

液状化による管の破壊の要因としては、このような動歪の他に、地盤沈下、永久変形等も考慮しなければならない。今後、このような観点もふまえて、解析的な検討も行っていく予定である。なお実験実施に協力してくれた高島正幸君、古家浩三君他の本学学生に謝意を表します。

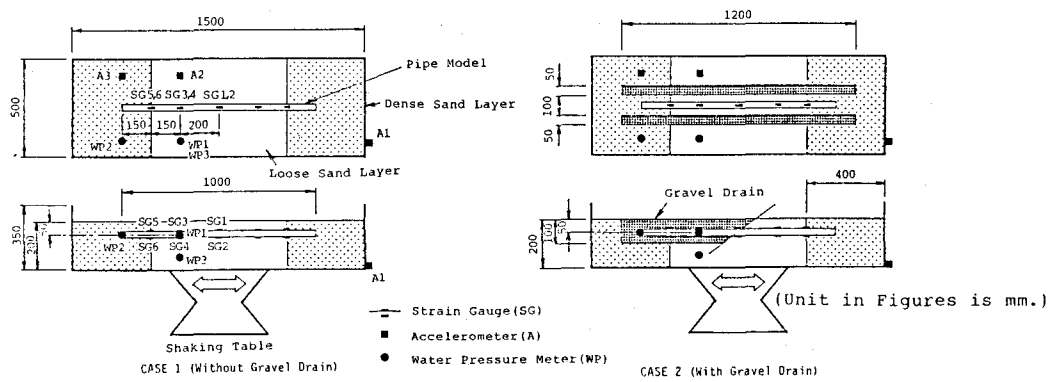


Table 1 Physical Properties of Sand, Gravel and Pipe Model.

SAND		
Specific Gravity	(G_s)	2.67
Uniformity Coefficient	(U_c)	2.96
Maximum Void Ratio	(e_{max})	1.030
Minimum Void Ratio	(e_{min})	0.721
50 Percent Diameter	(D_{50})	0.2 (mm)
Coefficient of Permeability	(k_{sand})	1.92×10^{-2} (cm/sec)
GRAVEL		
Specific Gravity	(G_s)	2.69
Maximum Grain Size	(D_{max})	25 (mm)
Coefficient of Permeability	(k_{gravel})	8.24 (cm/sec)
PIPE MODEL		
Young's Modulus	(E)	810 (kgf/cm ²)
Unit Weight	(γ)	1.65 (gf/cm ³)
Length	(l)	1000 (mm)
Diameter	(d)	20 (mm)

Table 2 Physical Properties of Experiment Sand Layer.

Loose Sand Layer (Liquefiable Part)		
Wet Density	(γ_s)	1.84 (g/cm ³)
Void Ratio	(e)	0.95
Water Content	(w)	32.4 (%)
Relative Density	(D_r)	26.5 (%)
Dense Sand Layer (Un-liquefiable Part)		
Wet Density	(γ_s)	1.90 (g/cm ³)
Void Ratio	(e)	0.87
Water Content	(w)	32.9 (%)
Relative Density	(D_r)	52.4 (%)
Gravel Drain		
Wet Density	(γ_s)	1.79 (g/cm ³)

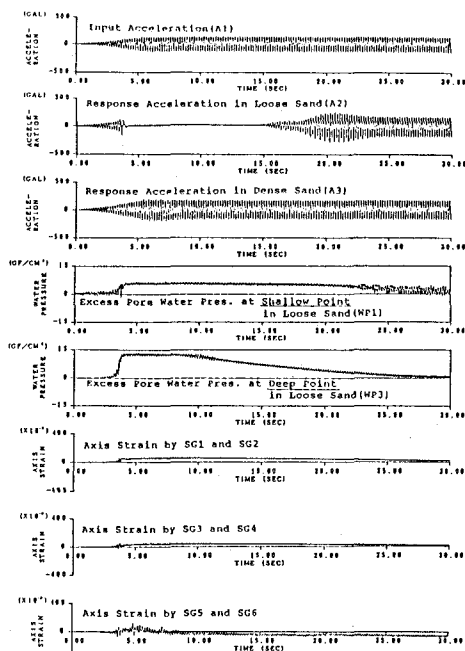


Fig.2 Time History of Acceleration, Excess Pore Water Pressure and Axis Strain from the Shaking Test. (Without Gravel Drain)

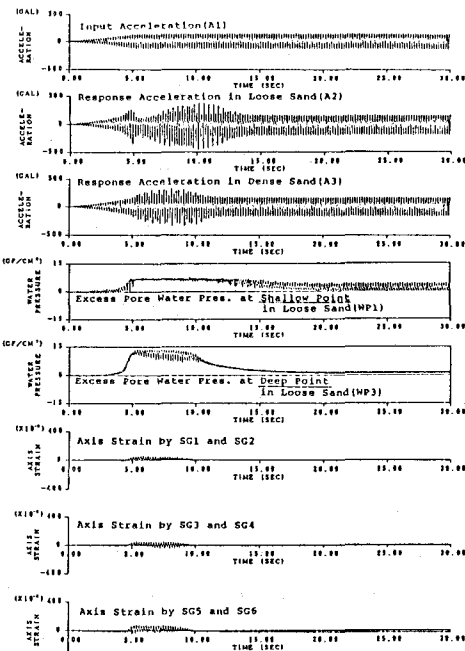


Fig.3 Time History of Acceleration, Excess Pore Water Pressure and Axis Strain from the Shaking Test. (With Gravel Drain)