

金沢大学工学部	正員	昌克
金沢大学工学部	正員	勝島
金沢大学学生		北浦
金沢大学学生		杉山
金沢大学学生		柿谷

1 はじめに

地盤が液状化した場合の構造物の被害は2つに大別される。すなわち、液状化した砂の比重よりも大きな比重を持つ鉄筋コンクリート造などの重量構造物は沈下・傾斜し、逆に比重の小さい地中埋設管やマンホールなどは浮き上がる。また、両者の接合部では非常に大きな被害が生じている。新潟地震(1964, M7.5)において砂質地盤の液状化を経験して以来、液状化に関する調査・研究が活発に行なわれ、その結果、構造物が建設される場合には、ほとんどの場合液状化の検討がなされるようになってきた。しかし、液状化する可能性があるにもかかわらず、古くから埋設されているために何らの対策もとられずに地中中に埋設されたままの管も多い。したがって、地盤が液状化した時の地中埋設管の破壊機構を明らかにすることは、その地震危険度解析においてや復旧対策を立てるうえで、また、今後埋設される管の液状化被害防止対策に大いに役立つであろう。このような観点から本研究は、ゆる詰めの緩和砂層中に一端固定の状態で設置された地中埋設管模型を振動台にて加振し、構造物近傍における地中埋設管の液状化時の動的挙動を明らかにしようとしたものである。

2 実験概要

実験概略図をFig.1に示す。地中埋設管としてサンウレタン丸棒ゴムを使用した。丸棒ゴムはその寸法が $20\phi \times 1000\text{ mm}$ 、弾性係数 810 kg/cm^2 (79.4 MPa)、単位体積重量 1.14 g/cm^3 (11.2 kN/m^3)である。丸棒ゴムの上部に10枚の歪ゲージ(東京測器製、PL-5-11)を接着し、管歪を測定した。歪ゲージは固定端側より、それぞれ1, 2, 3, ..., 10と名付けた(Fig.2)。丸棒ゴムは、Fig.1に示すように砂層の側壁に剛結された鉤製の腕に固定されている。また、水圧計(豊田工業製、最大 0.5 kg/cm^2 (49 kPa)、PSM-5M)を地中埋設管と同じ深さに設置し、過剰間隙水圧を測定した。入力波としては5Hzの調和波を用い、30秒間加振した。

3 実験結果

Fig.3は実験結果の一例である。同図は、管の埋設深さを40mmとして歪ゲージ1, 4, 7, 10にて管歪を測定したものである。それぞれ、過剰間隙水圧、管歪、動歪を1秒間隔で読み取り、整理している。

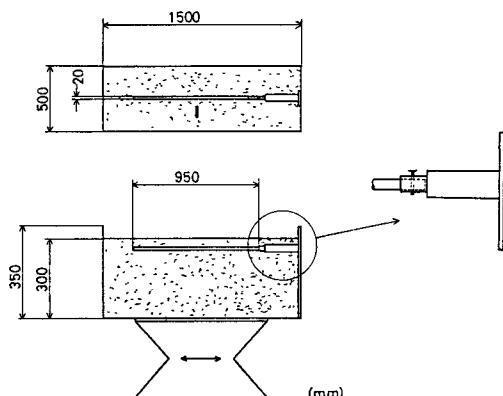


Fig.1 General view of experiments.

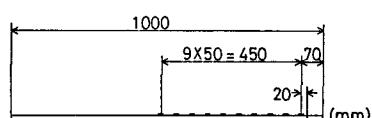


Fig.2 Buried pipe.

ここでは、歪記録における初期状態からの中立軸の移動量を静歪、振動する歪と中立軸の差、すなわち歪振幅を動歪と名付けた。というのは、静歪は管の浮上による管の曲げの程度を表わす量であり、動歪は管の振動成分を表わす量であると考えたからである。過剰隙間水圧の記録によれば、加振後約3秒後に完全液状化に至り、その後約14秒間液状化が継続した後、収束に向っていることが読みとれる。この時の静歪に注目すると、歪ゲージ1,4は圧縮を、7,10は引張りを示している。また、その最大値をみると、ゲージ1は約 2000μ 、ゲージ4は約 700μ 、ゲージ7は約 -400μ 、ゲージ10で約 -800μ となっている。また、ゲージ10よりさらに自由端に近い所ではこれ以上歪値が大きくならないということが、自由端側に歪ゲージを貼り付けた実験によって確かめられている。以上のことより、固定端に近づくと静歪が非常に大きくなること、つまり、構造物近傍の埋設管については、管の浮上による影響が非常に大きいといふことが確かめられた。

これらの値を、歪の振動成分である動歪と比較してみる。動歪はゲージ1において最大値で約 200μ 程度であり、静歪より格段に小さい。このことからも、構造物近傍においては静歪が支配的であることがわかる。

Fig.4は、静歪と動歪について、各ゲージ(1,4,7,10)における歪の最大値をプロットしたものである。なお、この図は実記録から読み取った値であり、1秒間隔の記録を整理したFig.3とは必ずしも対応するものではない。Fig.5は、埋設深さを65mmとさらに深くした時の値である。動歪についてみると、

埋設深さが深いほど歪値が小さくなっている。これは、埋設深さが深いほど地盤のせん断変形が小さくなるためと考えられる。一方、静歪については、ゲージ1ではほぼ等しい値となっている。これは次のように考えられる。つまり、自由端側が完全に地表面に露出する時、埋設深さが深いほど固定端側の変形は大きくなる。他方、埋設深さが深くと完全液状化している時間が短くなり、管が浮上する時間が短くなる。したがって、静歪については、埋設深さとその地盤での完全液状化の継続時間によって、静歪の最大値がきまつてくると言えよう。

なお、その他の実験結果およそ等しい考察は議論に省く。

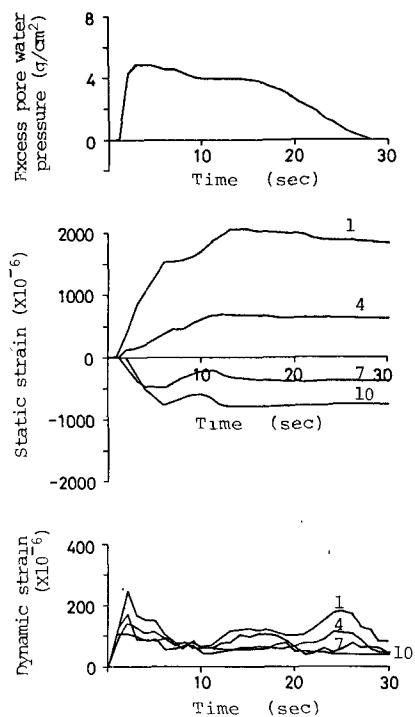


Fig.3 Time histories of excess pore water pressure and strains of the pipe

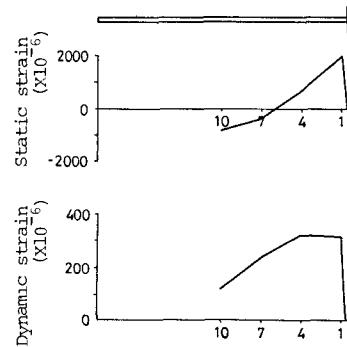


Fig.4 Maximum strains (40mm)

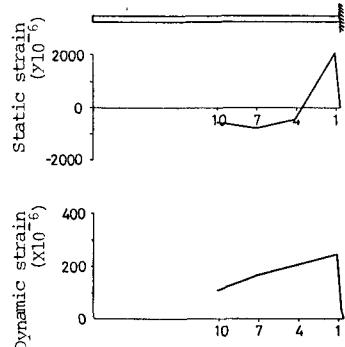


Fig.5 Maximum strains (65mm)