

埋設管のスラスト力防護工に用いる蛇籠型受圧体の地震時における排水挙動

中央大学大学院
香川大学
中央大学

学生会員 ○川崎 佑斗
正会員 荒木 裕行
正会員 平川 大貴 非会員 萩野 皓介

1. はじめに

上水管屈曲部では内水圧等に由来したスラスト力が作用する。スラスト力対策工法には防護コンクリートを打設する工法があるが、慣性力の増加によって地震時安定性に問題が生じる。防護コンクリートに代わる対策として、著者らは蛇籠型受圧体(以下、受圧体)による方法を提案している¹⁾²⁾。この効果は、液状化現象を純静的に再現した埋設管模型の水平载荷試験¹⁾および1G場の振動台実験²⁾により検討を進めているが、受圧体の動的挙動については不明な点が多い。本稿では受圧体の動的挙動のうち、スラスト力を受けている受圧体の排水挙動についてまとめる。

2. 実験概要

受圧体による対策は、礫材を詰めた蛇籠型受圧体を管屈曲部に接触させて設置し、スラスト力に抵抗する。受圧体は、地震時に周辺地盤に生じた過剰間隙水圧を消散させる効果も期待される。本実験では受圧体の二次元断面を検討対象とし、模型地盤の奥行き方向に一樣な断面をもつ受圧体模型を用いた。受圧体模型の寸法は幅50×高さ100×奥行400 mmで、縦横目合い4 mmのPP製ネットで作成した籠の中に規格粒度M-30の安山岩砕石($\rho_s=2.795 \text{ g/cm}^3$)のうち粒径4.75~30 mmの礫分を詰めた。この礫材を模型地盤の ρ_d と同程度の $\rho_d=1.503 \text{ g/cm}^3$ となるように詰め、受圧体自体の自重沈下を防ぐとともに十分な透水性を有するよう考慮した。模型地盤は長辺1000×短辺400×高さ800 mmの土槽に豊浦砂($\rho_s=2.649 \text{ g/cm}^3$)を水中落下法により $D_r=50\%$ ($\rho_d=1.503 \text{ g/cm}^3$)で作製した。各ケースの模型地盤側面図を図-1に示す。地震時にスラスト力を受ける受圧体を再現するため、土槽内に作製した水平载荷装置により受圧体にスラスト力を模擬した水平荷重を与えつつ土槽長手方向に加振した。入力波は5.0Hz、 1.0 m/s^2 の正弦波、30波とした。Case N(無対策地盤)およびCase G-0(受圧体設置、スラスト力なし)は、受圧体の有無が過剰間隙水圧に与える影響を検討するために実施した。受圧体にスラスト力を与えたケースCase G-10とCase GD-10では、アルミ製レールに通したワイヤーを介して奥行き方向に一樣な水平荷重(245.0 N/m)を重錘によって载荷している。Case G-10(受圧体高さ100 mm)とCase GD-10(受圧体高さ100+50=150 mm)では受圧体の高さが異なり、Case GD-10の受圧体上面は地表面と一致している。Case GD-10は、Case G-10の受圧体の上に高さ50 mmの受圧体を追加・静置している。

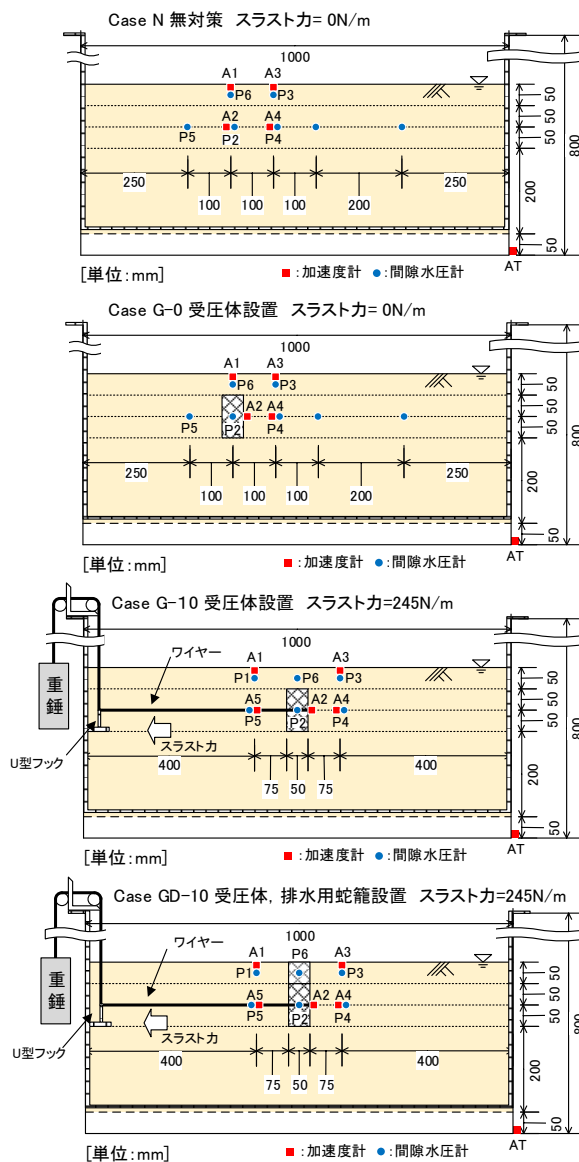


図-1 各ケースの模型地盤側面図

キーワード 埋設管、液状化、振動台実験

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学後楽園キャンパス TEL 03-3817-1799

3. 実験結果と考察

図-2 に地盤内の各位置における過剰間隙水圧比の時刻歴を示す。過剰間隙水圧比は各間隙水圧計の初期位置の上載圧で除した値とした。加振を行ったのは $t = 3.0 \sim 9.0$ s の間である。G.L. = -100 mm の位置における過剰間隙水圧比に着目する。まず Case N と Case G-0 で比較すると、Case N では加振開始 ($t = 3.0$ s) から直ちに過剰間隙水圧比が 1.0 を越えて液状化した状態が $t = 15.0$ s まで続く。これに対して Case G-0 では加振中 ($t = 3.0 \sim 9.0$ s) では受圧体内部にある P2 を除いて液状化しているが、 $t = 10.0$ s では全体的に過剰間隙水圧比が 1.0 を下回っている。つまり、過剰間隙水圧の消散に要する時間が 5.0 秒ほど短く、受圧体を地盤内に設置することで過剰間隙水圧の消散が促進されている。一方、スラスト力を与えた Case G-10 および Case GD-10 ではいずれにおいても液状化が継続している時間が Case G-0 よりも長く、スラスト力の有無によって受圧体の過剰間隙水圧の消散特性が異なることが確認された。

この原因を把握するため、 $t = 8.0$ s における各ケースの過剰間隙水圧比の分布を図-3 に示す。Case G-10 と Case GD-10 では受働領域 (P5) の過剰間隙水圧比が主働領域 (P4) と比べて大きく、Case GD-10 の方がこの傾向が強い。この時、受圧体は土槽左方向に 48 mm 程度変位しており、スラスト力に対して受働領域における過剰間隙水圧の上昇は負のダイレイタンスによるものと考えられる。また、Case G-10 と Case GD-10 では、スラスト力が負荷されていない Case G-0 と比べて受圧体内部の過剰間隙水圧値が増加する傾向が見受けられる。Case GD-10 は受圧体の上に蛇籠模型を載せて排水性の向上を図ったものであるが、Case G-10 と比較すれば受圧体内部の消散にはわずかに寄与しているものの、地盤への影響はほとんどない。この結果は、スラスト力が作用する受圧体の加振中の排水効果を向上させるためには更なる対応が求められることを示している。

4. まとめ

1G 場の振動台実験を実施し、スラスト力を受ける蛇籠型受圧体の動的挙動のうち、排水挙動について検討した。受圧体の設置によって無対策地盤よりも間隙水圧を素早く消散できるが、受圧体に大きなスラスト力が作用する場合の過剰間隙水圧の消散効果の向上には更なる対応が必要である。

参考文献 1)荒木ら：蛇籠型受圧体を用いた埋設管屈曲部のスラスト力防護工法の提案，土木学会論文集 C，Vol.74, No.1, pp.106-117, 2018. 2)川崎ら：埋設管のスラスト力防護工に用いる蛇籠型受圧体に関する振動台実験，第 54 回地盤工学研究発表会(投稿中)，2019.

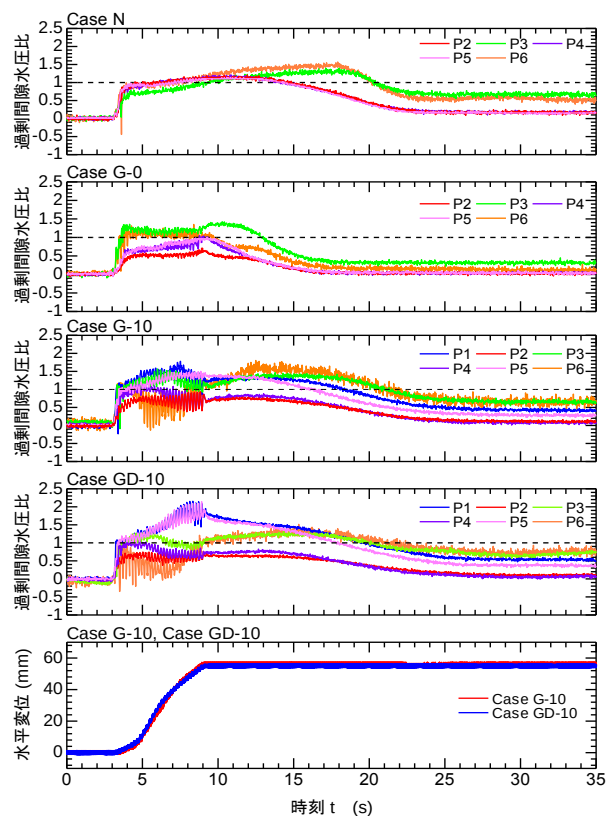


図-2 各ケースの過剰間隙水圧比の時刻歴

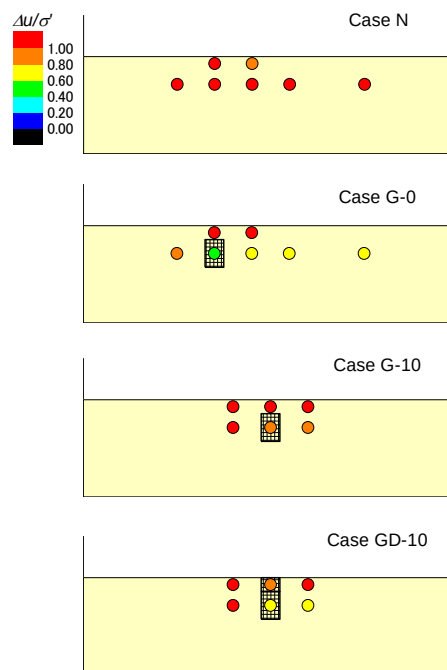


図-3 $t = 8.0$ s における過剰間隙水圧比の分布