

鹿児島大学工学部 正員 春山元寿
井手元 卓 郎
村 永 恵 昭

1. はじめに

しらす地盤内において局所的に沈下のような変状が発生した場合、その変状が地盤中をどのように発達するかについての問題は、最近しらす地帯における大断面のトンネル工事や掘削工事、あるいは地下水位変動が地表面の沈下に及ぼす影響に関連して重要である。このような問題を解明する方法として降下床模型実験^{1),2)}、いわゆる落とし穴実験がある。筆者らは、しらす試料に関して、降下床幅、土かぶり高さ、密度、地盤構造などを変えて降下床模型実験を行い、その局所沈下の発生機構を調べている。本報ではゆるいしらす地盤に関する実験結果の一部を述べる。

2. 試料および実験方法

試料は普通しらすの9.52mmふるい通過部分で、その組成は礫分14%、砂分67%、シルト分13%、および粘土分6%、粒子比重は2.40である。ゆる詰め試料の乾燥密度1.10~1.12(相対密度31~38%)である。実験装置は長さ100cm、高さ55cm、幅28cmの前面ガラス張りの試料槽、試料槽底板の中央部の降下床、降下床土圧測定装置、および沈下量測定装置から構成される。試料槽の壁面摩擦を軽減させるためにテフロンシートを用いた。ゆるみ域の発生状況を調べるために、試料槽底面から5cmごとに水平に着色砂を置いた。試料の土被り高さHは、20、30、40、50cm、降下床幅Bは、10、15cmである。測定は降下床土圧P(ロードセル使用)、降下床降下量 δ (ダイヤルゲージ使用)、表面沈下量 ρ_s (ダイヤルゲージ使用)、および地中沈下量 ρ_i (着色砂および地中沈下棒使用)について行った。

3. 実験結果

3.1 ゆるみ域の形成過程

降下床の降下に伴うしらすの変形の1例を写真-1に示す。これはテフロンシートを用いていない予備試験のものである。テフロンシートを用いた場合の変形状況もこれと変わらない。降下床の降下に従ってしらす粒子が移動する部分を1次領域および2次領域とし、移動しない部分を静止領域とする^{1),2)}。1次領域と2次領域をゆるみ域とする。

降下床降下に伴うゆるみ域の形成過程は、Hのいかにかわらず図-1に示すように、まずBの幅を持つアーチ状の1次領域が形成され、次いでゆるみ域が幅Bでほぼ垂直に上昇し、地表面に達した後は、表面沈下域が水平方向に広がる。ゆるみ域がすべて流出すると一定勾配の斜面が形成される。1次領域は降下床とほぼ同じ速さで降下し、2次領域は下から上へ発達する。写真-1からみゆるみ域と静止領域の境界付近において粒子の相対移動が最も大きいようである。

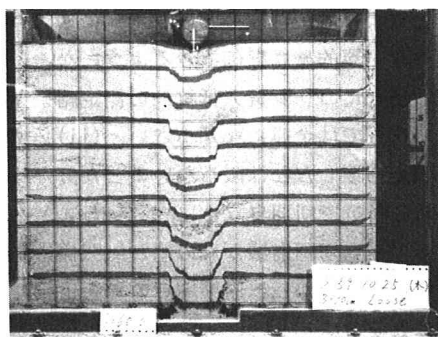


写真-1 予備試験の結果、 $H=50\text{cm}$,
 $B=10\text{cm}$, $\delta=60\text{mm}$

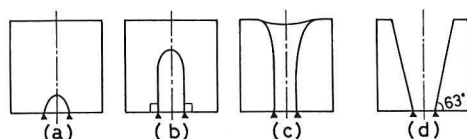


図-1 ゆるみ域および沈下域の形成過程

3.2 地表および地中沈下

$B=15\text{cm}$

の場合の δ と P , P_i ($i=1, 2, \dots, 5$ はそれぞれ降下床からの初期高さ5, 10, 15, 20, 25の位置を示す)の関係を図-2に示す。降下床に近い P_1, P_2 は, $\delta=1.5\text{ mm}$ からほぼ直線的に沈下し, 降下床を離れるに従って $\delta \sim P$ 関係が直線的になる δ が大きくなる。 P_5 は $\delta=22.5\text{ mm}$ 程度でゆるみ域が地表面に達したことを示す。 $\delta \sim \Delta P / \Delta \delta$ 関係を図-3に示す。 $\Delta P_1 / \Delta \delta, \Delta P_2 / \Delta \delta$ は変形の初期からほぼ1であり, $\Delta P_3 / \Delta \delta, \Delta P_4 / \Delta \delta$ は $\delta=15\text{ mm}$ でほぼ1となり, $\Delta P_5 / \Delta \delta$ は $\delta=22.5\text{ mm}$ でほぼ1となっている。 $P \sim \delta$ 関係の初期曲線部分では, ゆるみ域の高さが沈下測定点まで到達せず, 直線関係に移る部分においてゆるみ域が沈下測定点まで達する。 $\Delta P / \Delta \delta = 1$ なることは降下床の降下量と沈下量が同一であることを意味する。 $B=10\text{ cm}, H=50\text{ cm}$ についても同様な試験結果が得られている。 $P_1, P_2 \sim \delta$ 関係は B の影響を受けないが, $P_3, P_4, P_5, P_5 \sim \delta$ 関係は B の値によって異なる。 B が小さい方が沈下量も小さい。また, $B=15\text{ cm}$ として H を変えた場合, $P_1, P_2 \sim \delta$ 関係は H の影響を受けないが, P_3, P_4, P_5 などは H が小さいほど大きくなる。これらの結果から降下床上の高さ10 cmまでは完全に1次領域内にあり, 15 cmの位置が一部分1次領域にあるものと考えられる。次項で述べる P の最小値が1次領域によるものと考えれば, 1次領域の高さは, ほぼ15 cmである。

3.3 降下床土圧

$P \sim \delta$ 関係を図-4に示す。 H の値に関係せず $\delta=3.5\text{ mm}$ において P は最小値を示し, その後 δ の増加に従って P は徐々に増加して, 最終的にはほぼ一定となる。 P の最小値は, $H=20 \sim 40\text{ cm}$ までは, H によって異なるが, $H=40\text{ cm}$ と 50 cm の間には差がない。 P の終局値は $H=30\text{ cm}$ 以外は近い値を示す。 $H=30\text{ cm}$ の場合, 試料密度がやや小さかったことの影響が出ているのかも知れない。しかしその差は非常に小さいので, 無視すると土被り高さが P の終局値に及ぼす影響を考慮する必要がある。 H が大きいとき P の終局値が小さくなることを認める場合ゆるみ域と静止領域の境界面の摩擦の影響が考えられる。図-4の破線は降下床直上のくぼみ内にたまるしらす重量を示す。降下床土圧の最小値は $P_{\min} = 2\tau L \int_0^{\frac{H}{2}} (\alpha x^2 + \alpha B) dx$ と表わされる。

おわりに, しらすの密度や堆積構造の異なる実験を進めているので, 局所沈下機構, 降下床土圧評価方法の検討を行う予定である。

参考文献 1) 村山朔郎・松岡 元 (1969) : 土木学会論文報告集, No. 172, pp. 31~41.

2) 村山朔郎・松岡 元 (1971) : 土木学会論文報告集, No. 187, pp. 95~108.

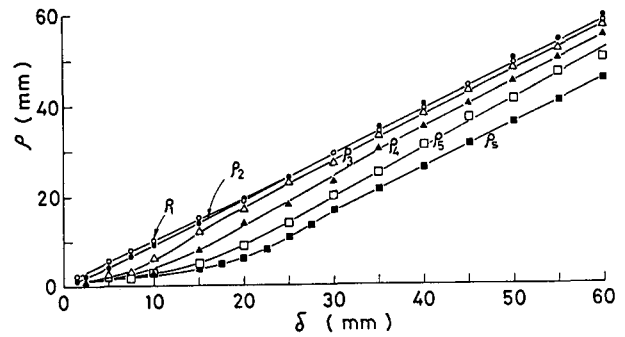


図-2 $\delta \sim P$ 関係, $B=15\text{ cm}$

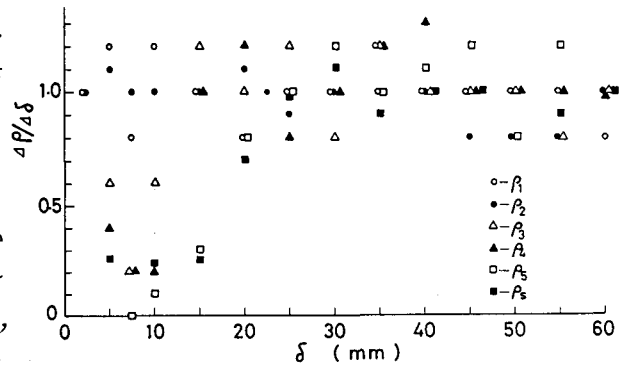


図-3 $\delta \sim \Delta P / \Delta \delta$ 関係, $B=15\text{ cm}$

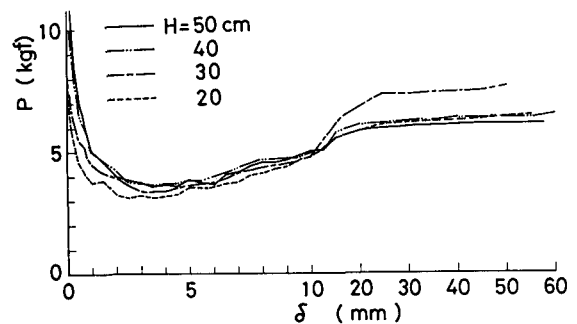


図-4 $P \sim \delta$ 関係, $H=20, 30, 40, 50\text{ cm}$