

土の衝撃締固め機構に関する研究

京都大学 工学部 学生員 ○古本 吉倫
 京都大学 工学部 正会員 畠 昭治郎
 京都大学 工学部 正会員 建山 和由

1. はじめに 土の衝撃締固め機構を実験と塑性波の伝播挙動に着目した簡単な数値計算により検討する。側方拘束状態の不飽和土の上にランマを落としたときに得られる締固め土の密度分布を、以下に示す2つのケースについて、実験と計算の両方で考察し、土の衝撃締固め機構の解明を試みた。なお、ここでいう締固め土の密度分布とは、地表面から深さ方向に見た、土の乾燥単位体積重量 γ_d (N/m^3) の分布を意味する。

- (a) ケース1 ランマの位置エネルギー mgh を変えて、それが大きい場合と小さい場合では、締固め土の密度分布がどのように異なるか。
- (b) ケース2 ランマの位置エネルギーを一定にし、ランマの質量と落下高さの組合せを変えた場合の、締固め土の密度分布の違い。

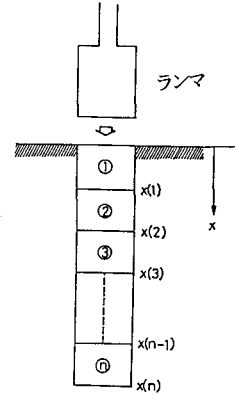


図1. 地中の要素分割

2. 計算方法 土中における塑性波の伝播に関し、図1のような要素を考え、以下の仮定・条件のもとに、深さ方向の塑性波頭の伝播とそれとともなう各要素の締固めを、微小時間間隔ごとに上の要素から下方へ順次計算していく。¹⁾

- (a) 塑性波は一次元的に伝播し、側方には伝播しない。
- (b) 土は、締固め前には一様な初期密度を持ち、半無限連続的に分布しているものとする。すなわち、反射波等は考えず、初期の波頭の伝播による締固めのみを考える。
- (c) 均質な不飽和土を対象とし、過剰間隙水圧等は生じないものとする。

3. 実験方法 図2に装置の概略を示す。長さ1 m、内径5 cmの亚克力パイプをスタンドに固定し、内部に土を充填する。土は、あらかじめ質量を測って小分けにし、間隙比が均一になるように軽く締固め、上下をリング状の紙で仕切る。パイプにはメジャーが張り付けてあって、それぞれの仕切りの位置を読取れるようになっている。その上に、ランマを落とし、落下後の目盛を読み落下後の各要素の密度を計算する。

なお、対象とする土は砂質シルト(SF)で、比重2.68、含水比15.5%である。

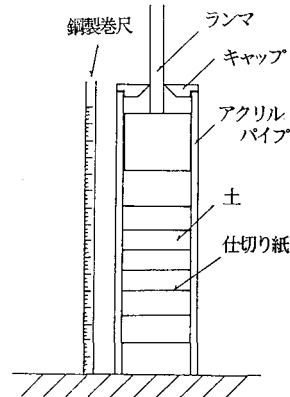


図2. 実験装置

Yoshinori FURUMOTO, Shōjirou HATA, Kazuyoshi TATEYAMA

4. 結果 ランマ落下後の締固め土の密度分布について計算結果と実験結果とを比較考察した。

(a) ケース1 計算結果、実験結果ともエネルギーの大小に準じて相似形の形をしている。すなわち、ランマの位置エネルギーが大きい方が、土は浅いところも深いところもよく締固まる。ほぼ、計算結果と実験結果とで同じような傾向を示しているといつてよい。(図3)

(b) ケース2 この場合も、概して一致した結果を得た。すなわち、浅い部分では両者の特徴は現れないのに対し、深い部分では重いランマを低く落とした方が、軽いランマを高く落とした場合よりも、締固め効果が現われている。(図4)

5. 問題点 計算結果よりも実験結果の方が早く初期間隙比に収束する傾向にある。その反面、浅い部分では計算結果よりも実験結果の方が大きめの密度を示す。しかし、全体として平均すると同じ程度の密度変化が得られる傾向にある。このような収束性の相違を生じさせている原因は、実験におけるパイプ内壁面の摩擦とそれによって生じる反射波であると思われるが(反射波が生じると、圧縮波は圧縮波で帰るため、土要素は上下両方から圧縮され、密度が上がる)、摩擦の影響を調べるのが今後の課題となる。また、もっと大きな位置エネルギーでランマを落下させ、ランマの質量の大小に、より顕著な対比を持たせることができれば、実験の精度も上がるに違いない。さらに、今回は土を剛塑性体と仮定して計算をしたが¹⁾、実際には、土はわずかながら弾性的な変位を生じるため、全体としては、弾塑性体として取り扱う必要があるかもしれない。

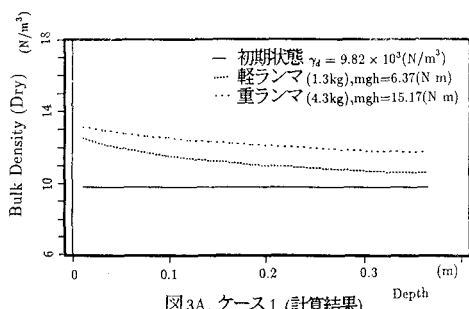


図3A. ケース1 (計算結果)

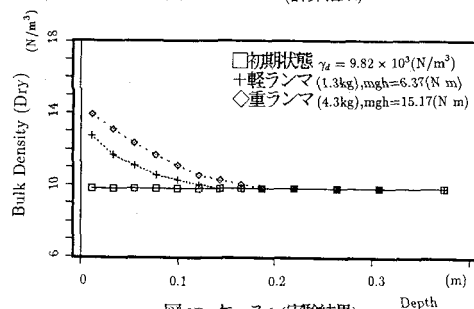


図3B. ケース1 (実験結果)

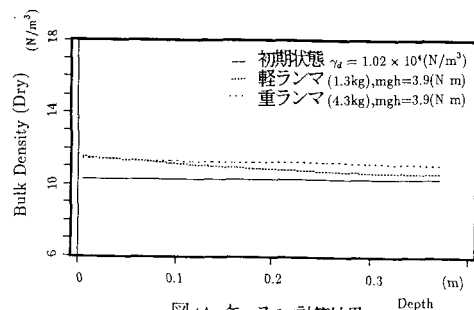


図4A. ケース2 (計算結果)

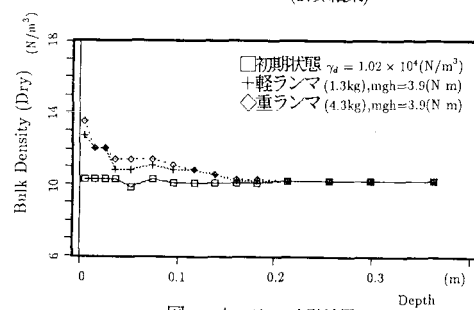


図4B. ケース2 (実験結果)

参考文献 1) 建山和由, 島昭治郎: 塑性波頭の伝播よりみた土の衝撃締固め機構について, 第23回土質工学研究発表会講演集, pp.2065-2068, 1988年.