

重錘落下による締固め土の先行圧縮応力

福山大学工学部 西原 晃
 極東工業 ○山口 卓治
 東京道路エンジニア 鈴木 敦

1. はじめに

近年、不飽和土の変形・強度特性や透水性といった力学特性を考慮した合理的な締固め施工法の確立が望まれている。しかしながら、強度や変形などの力学特性に関する研究の多くは静的な応力履歴を受けた試料を用いたものであり、それらの研究成果を締固め施工に利用するためには、種々の方法で締固められた土の力学特性と静的な応力履歴を受けた土の力学特性を関係づけることが重要である。そこで、本研究では、重錘落下による締固めの効果を表す応力パラメータとして、締固め土の先行圧縮応力に注目し、重錘重量、落下高さとの関係について調べた。

2. 実験方法

実験に用いた試料は、広島県東部の福山大学構内で採取したマサ土の 2mmフルイ通過試料で、土粒子密度 $\rho_s = 2.614 \text{ g/cm}^3$ 、突固め試験 (JIS A 1210) によって求めた最適含水比は 13% である。

本研究では、重錘を落下させてこの試料を締固めた後、圧縮試験を行って先行圧縮応力を求めた。重錘落下による締固め試験では、約 5, 10, 15% の含水比に調整した試料を標準圧密試験用の圧密リングにできるだけゆるい状態で詰め、種々の重量の重錘を自由落下させた。実験では、重錘重量を 200~600 g 落下高さを 3.33~30 cm の範囲で変化させている。また重錘の落下回数は 1 回である。締固めた試料はそのまま標準圧密試験機にセットし、荷重を静的に載荷して圧縮試験を行った。

3. 実験結果

(1) 締固め土の圧縮特性

図-1 (a), (b) は、重錘重量、落下高さを変えて締固めた試料の圧縮試験結果の一例で、同図にはゆる詰め状態から静的に圧縮したときの圧縮曲線も比較のために示している。同図からわかるように、締固め土の圧縮特性は過圧縮土の圧縮特性に近似しており、みかけの先行圧縮応力を有している。またこの先行圧縮応力は、重錘の重量、落下高さによって異なり、重錘による締固めの効果を反映していると考えられる。

(2) 締固め土の先行圧縮応力

締固め土の先行圧縮応力は、重錘の落下時の衝撃力に関係すると考えられる。そこで、簡単なモデル

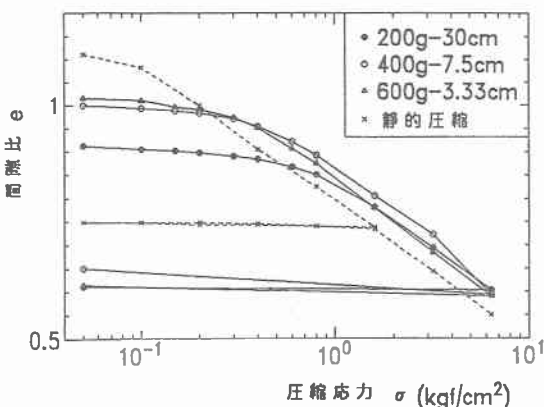


図-1 (a) 締固め土の圧縮曲線 ($w = 5\%$)

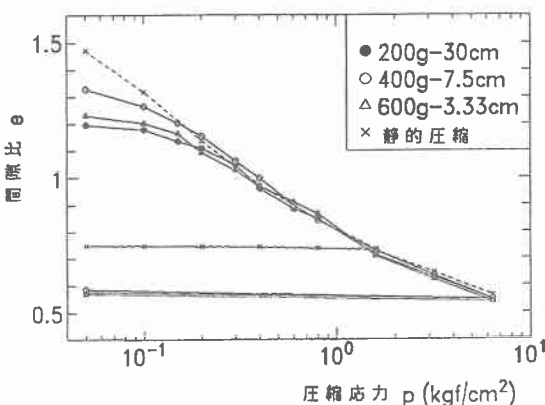


図-1 (b) 締固め土の圧縮曲線 ($w = 15\%$)

として、質量 m の物体（重錘）が質量 M の物体（地盤）に衝突する場合を考えると、重錘と地盤の衝突時の衝撃力が次のように導かれる。

$$F = m v \times \frac{R}{t} \quad (1)$$

ここに、 v は衝突時の重錘速度、 t は重錘が地盤に衝突し、跳ね上がるまでに地盤と接触していた時間（衝撃継続時間）時間である。また、 R は重錘と地盤の反発に関する係数で、

$$R = \frac{2 \times \frac{m}{M} + (1 - r)}{\frac{m}{M} + 1} \quad (2)$$

であり、 r は重錘と地盤の反発係数である。このように、衝撃力は重錘の運動量、地盤との反発係数、衝撃継続時間の関数となる。

図-2は、運動量 $m v$ が一定となるように重錘重量と落下高さを調節して締固めた場合の、重錘重量と先行圧縮応力の関係を示したもので、重錘重量が大きくなるにつれて、先行圧縮応力は小さくなる傾向が見られる。これは、式(1)における衝撃継続時間の影響と考えられる。大島ら¹⁾は重錘が地盤に衝突する際の重錘の加速度応答の計測を行っており、図-3は彼らの計測結果から衝撃継続時間を読みとって整理したものである。図-3より、重錘が重くなるにつれて衝撃継続時間が長くなり、したがって先行圧縮応力が小さくなることが予想される。

一方、図-3に示すように、衝撃継続時間は落下高さの影響を大きく受けない。また、重錘重量が一定の場合には、式(2)の係数 R は一定値となることから、衝撃力は重錘の運動量に比例することがわかる。図-4は、重錘重量一定で落下高さを変えた場合の、締固め土の先行圧縮応力と重錘の運動量 $m v$ の関係を示したもので、重錘の重量が一定の場合、先行圧縮応力は重錘の運動量に比例している。これらの結果から、締固め土の先行圧縮応力は重錘落下時の衝撃力と等価であり、その衝撃力は式(1)、(2)に示すようなモデルで評価が可能であろうと思われる。

4. おわりに

先行圧縮応力は締固め土の力学特性を予測するうえで有効な応力パラメータとなりうるものと考えられる。今後、さらに種々の方法による締固めのメカニズムと先行圧縮応力の関係について実験を進める予定である。

参考文献

1)大島・高田・福本(1994):第29回土質工学研究発表会、p.2057-2060

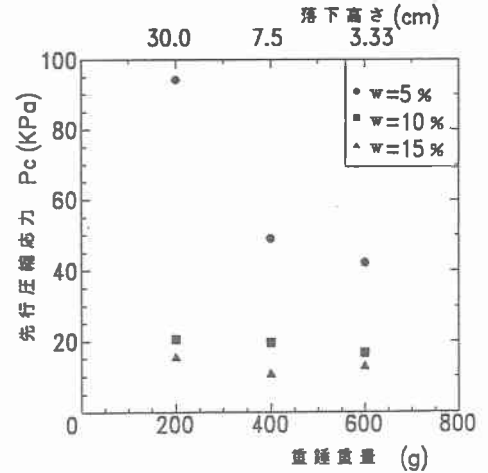


図-2 締固め土の先行圧縮応力（運動量一定）

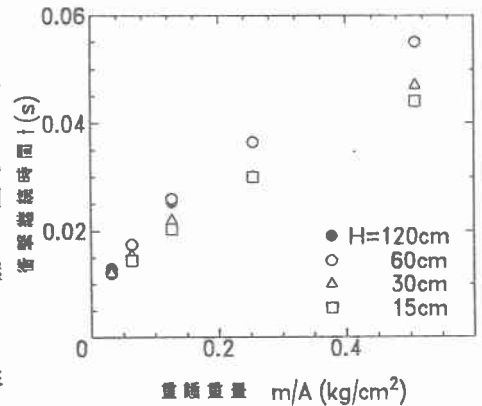


図-3 衝撃継続時間（大島ら(1994)）

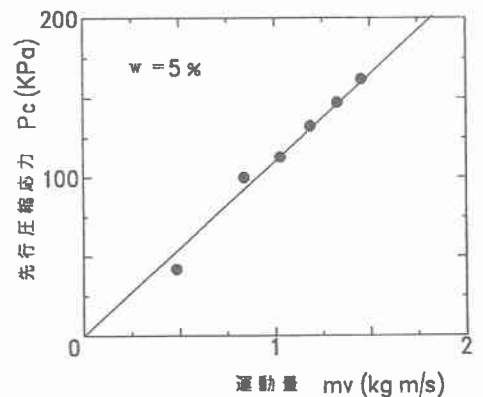


図-4 締固め土の先行圧縮応力（重錘重量一定）