

室内締め固め土に発生する過剰間隙水圧の経時変化とその原因

Prolonged change in excess pore water pressure of soil compacted in a mold and its causes

松田 寛之, 古賀 潔, 堀川 丈晴
 MATSUDA Hiroyuki, KOGA Kiyoshi and HORIKAWA Takeharu

1. はじめに 前報で締め固めにより発生した間隙水圧は時間の経過と共に低下することがわかった。本研究では骨格体積の増加と離水、更に間隙空気の溶解を調べ、この間隙圧の低下のメカニズムを明らかにすることを目的としている。

2. 実験方法 岩大滝沢農場で採取した火山灰質粘性土 (Table 1) を自然含水比のまま用いた。締め固め容器はモルト (有効高 6cm 及び 40cm) と底板を一体とし、底板にポラスメルを取り付け外部で圧力を測定できるようにした (Fig.1)。上板には 2ヶ所の孔を設け、圧力や体積変化の測定ができる。ランマは 2.5kg, 30cm 落下高のランマを用いた。1層当り 12.5回 3層 (6cm) 20層 (40cm) で締め固めた。

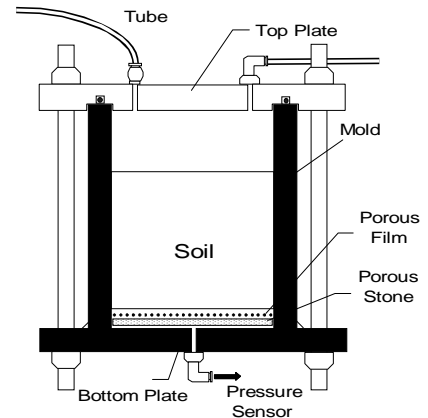


Fig.1 Setup of compaction mold

骨格体積の増加 40cm 供試体-上面湛水条件で実験をした。締め固め直後、供試体上面を整形し Gap Sensor 用のターゲットを設置し水を注いだ。次に Sensor Probe を設置し、骨格高さの変化を測定した。

間隙水の浸出 (離水) 40cm 供試体-上面非湛水条件で実験をした。締め固め直後、供試体の上面を窪地に整形し水溜を設置し、浸出した水を適宜注射器で吸引し定量した。

Table 1 Physical properties of the soil

土粒子密度 s	2.76(g/cm ³)	液性限界 L	97.0(%)
自然含水比 w_n	76.8(%)	塑性限界 p	66.6(%)
土の分類記号	VH ₂	塑性指数 I_p	30.4

間隙空気体積の溶解 間隙空気の溶解を確認するため以下の3つの実験を行なった。

A) 水平目盛管による経時変化の測定 6cm 供試体-上面湛水, 大気開放条件で実験した。締め固め後上板に取り付けた水平目盛管内のメニスカ位置の変化より間隙空気体積の経時変化を求めた。

B) 温度の変化による影響 室温での実験 A) において溶解がほぼ平衡に達した後、供試体ごと 1 の低温恒温水槽へ移動し、間隙空気体積の変化を測定した。

C) 二酸化炭素による確認 6cm 供試体-上面湛水, 大気開放条件の締め固めを二酸化炭素を充満させたチャム内で行なった。

3. 結果と考察

骨格体積の増加 骨格高さは締め固め直後から急激に膨張し、1.2 時間後に 1.4mm 膨張したところでほぼ一定となった (Fig.2)。1.4mm の膨張は約 100cm の間隙圧の低下に相当する。

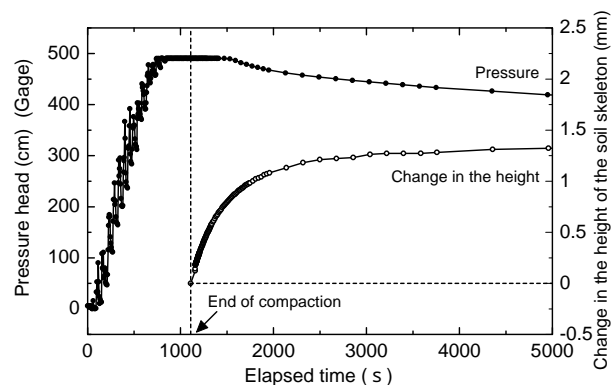


Fig.2 Change in the volume of soil skeleton and pore water pressure

この実験により、骨格高さの膨張が間隙圧低下の一因であることがわかった。

間隙水の浸出（離水） 締固め直後離水は見られなかったが、3.5 時間後に離水が確認され、43 時間後まで続いた（Fig.3）。このとき圧力も静水圧の 40cm 以下に達した。これより間隙圧の圧力の低下、特に締固め後比較的長期間における圧力の低下の原因に離水が大きな影響を与えていることがわかった。締固め直後に離水が起きなかったのは、その間骨格体積の膨張が生じていたためと思われる。

間隙空気体積の溶解 A) 水平目盛管による経時変化の測定 締固め直後 1 時間は間隙空気体積は増加したが、その後急激に減少を始めた。時間の経過と共に減少速度は緩やかになりながら一定値に近づいた（Fig.4）。この長期的な間隙空気体積の減少は、間隙空気が間隙水に溶解している過程を表していると考えられ、長期的な圧力低下の一因となっていると思われる。

B) 温度の変化による影響 1 にした後間隙空気の体積は再び減少を始めた（Fig.4）。その減少速度は 22 の最終段階と比べて 300 倍だった。これは低温になり間隙空気の水への溶解度が高まったためと考えられる。これにより間隙空気体積の減少は間隙空気の水への溶解であることがさらに明らかとなった。

C) 二酸化炭素による確認 締固め 1 層目から間隙圧は負圧となり、締固め終了直後は -6.3cm の低い圧力となった。つづいて間隙圧は更に低下し 10 分後には -20cm に達した。湛水しているためその後は増加に転じ、静水圧に至った（Fig.5）。全体を通してその低下速度は空気中で締固めた時と比べて 3.5 倍も早いことがわかった。締固め最中から間隙圧が低かったのは、溶解が激しかったためと考えられる。以上より間隙圧の経時変化には溶解が大きく影響を与えていることが明らかとなった。

4. おわりに 締固めによって加えられたエネルギーは間隙空気に高い圧力として保持され、それが間隙水に作用して、間隙水圧が高くなると考えられる。しかし発生した間隙水圧は短時間に急激に低下し、さらに緩やかに低下を続ける。この低下原因は間隙空気の膨張による骨格高さの増加と離水、そして間隙空気の間隙水への溶解が大きな影響を与えていることがわかった。なお間隙空気の膨張は正圧段階で、溶解は全体で常に進行している。

[参考文献] 松田, 古賀: 締固め土の間隙水圧と体積の経時変化について, H13 農土大会講要集, pp.454-455

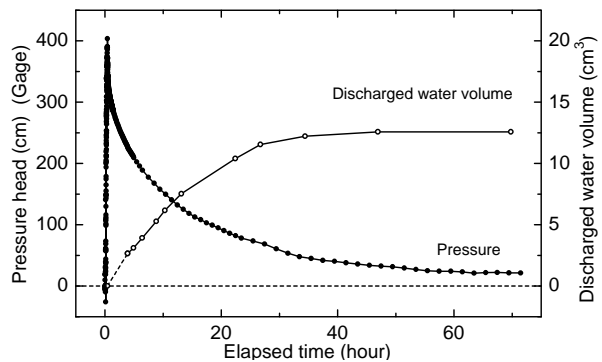


Fig.3 Change in the discharged water volume and pore water pressure

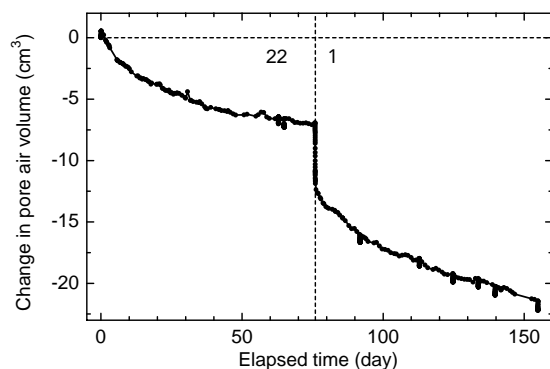


Fig.4 Change in pore air volume

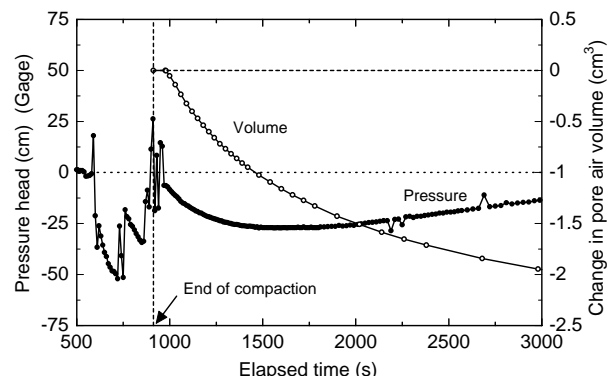


Fig.5 Results of soil compaction in carbon dioxide gas