

III-724

動的コーン貫入による土の締固め管理について

住友建設(株) 正会員 上原 精治
 " " 森 信介
 " " ○ 三上 博
 " " 山口 隆史
 土木研究センター " 境 友昭

1.はじめに 盛土工事における品質管理方法は、精度の良さ、操作の簡単さという利点から、砂置換法による密度測定が標準的な方法とされている。しかし、この方法は試験結果の判明までにかなりの時間を有する。そのため、施工管理レベルの迅速性が要求される現場では、実時間性のある管理手法を適用する傾向にあり、締固め度を迅速に判定できる種々の動的測定手法が提案されている^{1,2)}。

今回、動的コーン貫入による貫入時の加速度波形から地盤の締固め度を判定する管理手法を提案し、室内実験からその有効性を検証したのでここに報告する。

2.実験概要 実験は、内径 48.4cm 高さ 60cm の鋼製土槽内に作成した模擬地盤を用いて行った。図-1に示すように、所定の密度まで締固めた地盤に重錘を取り付けたコーンを自由落下させ貫入時の加速度を測定した。また、同時にコーンの静的貫入も行い、貫入抵抗を測定した。

試料土は本管理システムの実施予定現場の盛土材(スコリア)、および、典型的な土質材料として砂質土(陣屋砂7号)、粘性土(関東ローム)の3種類とした。各試料の物理試験結果を、表-1に示す。これらの試料について、それぞれ地盤強度をかえて貫入試験を行った。コーンの落下条件を表-2に示す。

3.実験結果および考察 スコリアおよび関東ロームの場合の加速度波形を図-2に示す。スコリアの場合、乾燥密度が大きくなるに従い尖った波形となる。スコリアのように粘性抵抗がほとんど作用しない材料では、コーンの貫入抵抗はすべり破壊面によるせん断抵抗に依存し貫入深度の2乗に比例して増加すると考えられる。関東ロームの場合の加速度波形は、スコリアの波形とは異なり、頂部が平坦な形状となっている。関東ロームのように粘性抵抗が主体となる材料では、貫入抵抗は貫入深度には無関係に一定値を示すものと考えられる。

土の種類が異なると、加速度の波形形状も異なる傾向を示している。そのため、コーン貫入時の運動方程式を以下の3式として、加速度、加々速度、加速度の2階微分値の各最大値をパラメータとする3種の指標について乾燥密度との関係を調べた。その結果を、図-3～5に示す。ただし、関東ローム(図-5)については、飽和度で示している。

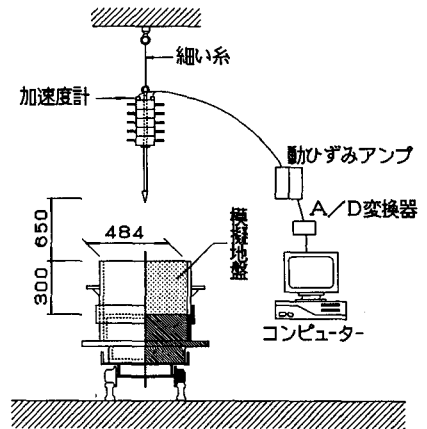


図-1 実験方法概要図

表-1 物理試験結果

試料名	スコリア	7号砂砂	関東ローム
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.700	2.644	2.707
平均粒径 (mm)	1.90	0.23	0.0064
最大乾燥密度 (g/cm ³)	1.13	1.46	0.95
最適含水比 (%)	3.8	21.1	56.1

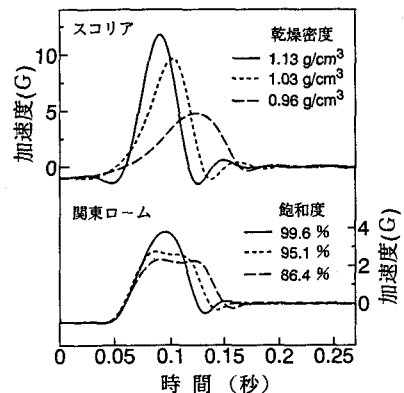


図-2 加速度の経時変化

指標1: $m\alpha + A\tau_1 = 0$ より $\tau_1 = -m\alpha_{max}/A$
 指標2: $m\alpha + A\tau_2 x = 0$ より $\tau_2 = -m\alpha'_{max}/A$
 指標3: $m\alpha + k\tau_3 x^2 = 0$ より $\tau_3 = -m\alpha''_{max}/2k$

τ : 判定指標
 x : 貫入深度(加速度の2階積分値)
 α : 加速度
 α' : α の1階微分値(加々速度)
 α'' : α の2階微分値
 k : 地盤係数(すべり破壊面の形状による係数)
 m : 重錘質量
 A : コーン断面積

3指標は、いずれも乾燥密度あるいは飽和度と比例関係にある。特に、スコリアおよび関東ロームについては、指標2が直線性の良い相関を示している。実験結果からは、各指標とも締固め度の判定に直ちに用いることができるように見受けられるが、土の種類に応じて、その使い分けをすることが必要と思われる。

たとえば、スコリアのように加速度波形の頂部に平坦な部分を持たない材料では、加速度の最大値は落下高さや貫入量に影響され、指標1の安定性に問題がある。そのため、加速度が最大に至るまでの波形形状に基づいた指標2・指標3から総合的に判定することが望ましい。

指標3は計算処理が複雑になる難点があるが、コーンの貫入過程における破壊形態に基づいた指標であり、重要な判定指標である。今後さらに、その可能性について検討していく必要がある。

これら3指標を土の種類や地盤強度に応じてうまく使い分ければ、盛土の施工時の締固め度を精度よく判定することが可能であると考えられる。

4.まとめ 動的コーン貫入における加速度波形に基づいた指標による管理手法を提案し、その有効性を室内実験から検証した。その結果、最大加速度のみならず加々速度および2階微分に基づいた指標から地盤の締固め度を判定することが可能であり、土の種類により3指標を使い分けることにより、精度よい締固め度の判定ができることを見出した。

5.あとがき 現場における締固め管理の自動化を目指しており、今後は、位置測定システムを組み合わせ、締固め度を面的に管理するシステムの開発を進める予定である。

参考文献

- 1) 田村徹, 境友昭(1990); インピーダンス法による土の締固め程度の計測実験, 第25回土質工学研究発表会論文集
- 2) 能登繁幸, 後藤幸, 佐藤厚子(1989); 衝撃加速度を用いた土の締固め管理について, 第24回土質工学研究発表会論文集

表-2 落下条件

試料名	スコリア	7号珪砂	関東ローム
落下高さ (cm)	65	65	10
重錘重量 (kg)	32.82	32.82	10.00
地盤乾燥密度 (g/cm ³)	0.95~1.13	1.28~1.49	
飽和度 (%)			86.4~99.6

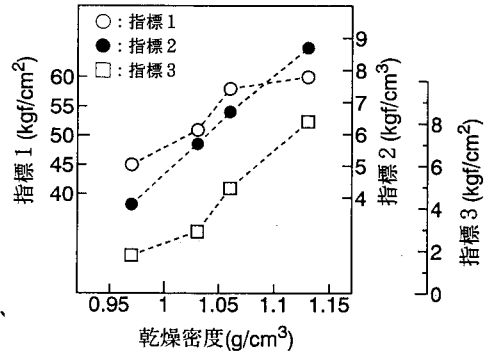


図-3 乾燥密度と各指標の関係(スコリア)

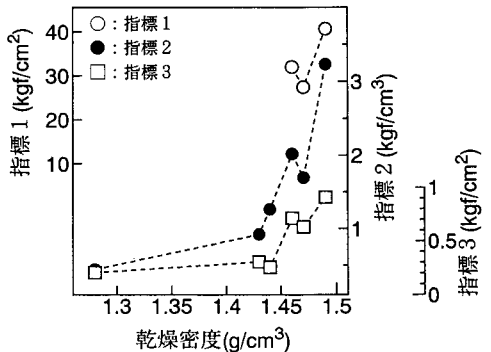


図-4 乾燥密度と各指標の関係(7号珪砂)

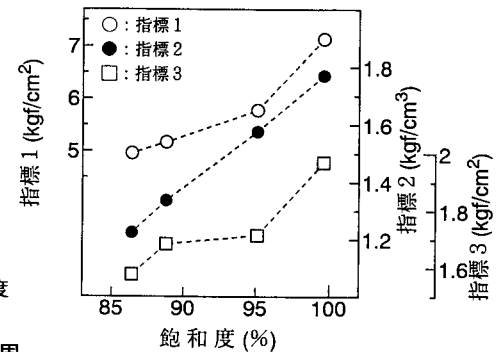


図-5 飽和度と各指標の関係(関東ローム)