

締固めエネルギーとサクシジョンの関係

中部大学工学部 正会員 杉井 俊夫
 中部大学工学部 正会員 山田 公夫
 中部大学工学部 フェロー 植下 協
 中部大学工学部 学生員○近藤 宏幸

1. まえがき

著者らは、土に締固めエネルギーが加わることにより、密度が増加するとともに土中間隙内の空気が排気（透気）され、水分量が平衡することに着目した。そこで本報告では、締固めエネルギーとサクシジョンの関係を明らかにすることを目的とし、3つの異なる締固めエネルギーで突固めによる締固め試験（動的締固め）を行い、そのときのサクシジョンを測定した。ここでは実験結果より、締固めエネルギーとサクシジョン、乾燥密度の関係を示し、それらの関係について考察を行っている。

2. 試験方法

図-1のような内径15cm、高さ17.5cmのモールドで、試料は豊浦標準砂を使用し突固めによる締固め試験（動的締固め）¹⁾を自動突固め装置を用いて行った。ここでは、表-1のように1層あたりの突固め回数を変化させることにより、締固めエネルギー²⁾の違う3種類の供試体を作成した。その供試体にテンシオメーターの埋設部分を、テンシオオーガーで取り除いて、テンシオメーターを差し込む。そして突固め表面を、水分が蒸発しないようにラップでおおい24時間程度放置する。その後テンシオメーターに圧力センサーを取り付け、サクシジョンを測定する。また、動的締固め試験による粒子破碎の影響が懸念されるため、締固め前と後の試料の粒度分布を調べることにした。

3. 試験結果と考察

図-2は、32.7(kgf/cm²)の締固めエネルギーを加える前と後の粒度分布である。これより、今回の締固めエネルギーでは粒子破碎の影響は非常に少ないといえよう。次に上に示した実験より得られたデータから、締固めエネルギー、水分量（体積含水率）、サクシジョン(pF 値)の3要素の関係を図-3に示す。この図では、左側の側面がサクシジョンと体積含水率の関係で示されており、水分特性曲線に相当する。約1%以内の違いを同じ体積含水率（同一曲線）として、pF 値で示されるサクシジョンと締固めエネルギーとの関係を（図-4）に示す。標準砂のサクシジョンの範囲が小さいため僅かではあるが、締固めエネルギーの増加に伴いサクシジョンは増加し、正の関係があることが分かる。不飽和土では、水分量が一定の場合、乾燥密度が大きいほどサクシジョンが高くなることを考えると、締固めエネルギーを加えることにより乾燥密度が大きくなり、pF 値も増加したと推察される。

表-1 与えた締固めエネルギー

Ec	ランマー質量	突固め回数	突固め層数	落下高さ
18.7 (kgf/cm ²)	4.5 (kg)	57 (回/層)	5 (層)	45 (cm)
14.1 (kgf/cm ²)	4.5 (kg)	43 (回/層)	5 (層)	45 (cm)
9.2 (kgf/cm ²)	4.5 (kg)	28 (回/層)	5 (層)	45 (cm)

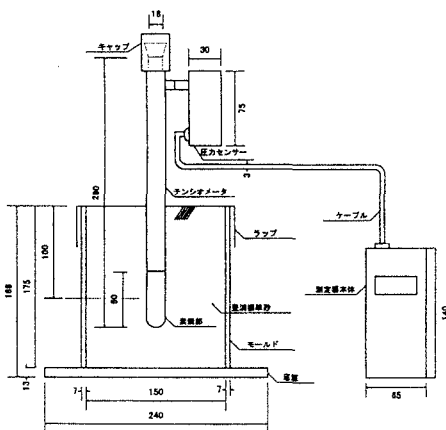


図-1 実験図

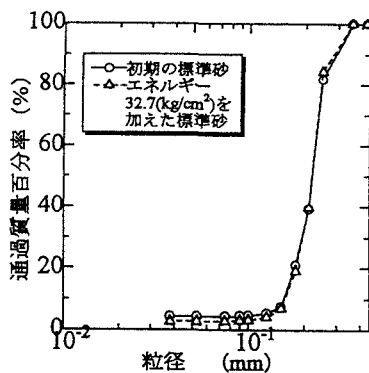


図-2 粒度分布図

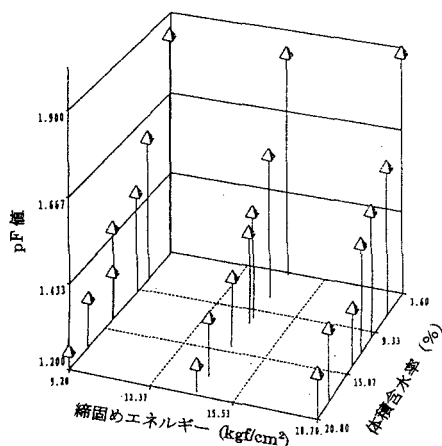


図-3 サクシオンと締固めエネルギーの関係

また水分量が異なっても、エネルギーの増加に対するサクシオンの増加の割合が同様に有る傾向(傾きの類似)がみられる。このことから加える締固めエネルギーと発生するサクシオンの間に一定の比例関係が予想される。次に締固めエネルギーの違う土の状態について図-5(a)~(c)で示す。これらの図は、乾燥密度、体積含水率、サクシオンの3要素を用いて表している。従って、側面に投影すると水分特性曲線になり、下の面に投影されるのは締固め曲線となる。これらの図から締固めエネルギーが大きいくほど、締固め曲線は図面の右奥に移動し、pF 値が高くなることが明瞭に現れている。なお、図-5(a)の $E_c=18.7(\text{kgf/cm}^2)$ のように締固めエネルギーや乾燥密度が大きくなるほど、ばらつきが大きくなっているが、砂の締固め曲線のピークが明瞭でない影響を受けたものと考えられる。また図-5の結果から、従来、2次元平面上で示されてきた水分量とサクシオンの関係(水分特性曲線)が、乾燥密度の違いにより大きく異なり、pF 試験の結果に影響することが理解できる。

5.あとがき

締固めエネルギーと発生するサクシオンに比例関係が見られることがわかったが、本報告では、水分特性曲線が得られやすい理由などから豊浦標準砂を用いてきたため、サクシオンの差異が小さく定量的判断が難しい。現在、粒度範囲の広い、細粒分をも含む試料について実験中であり、今後、試料の剛性、締固めエネルギーの散逸量等を考慮し、静的締固めを含め、締固め曲線と水分特性曲線の関係について検討していく予定である。

【参考文献】 1) 吉国洋・宇野尚雄・柳澤栄司：新体系土木工学 17 土の力学 (II) pp129~136 1984 2) 地盤工学会編：土質試験の方法と解説 pp201~214 1996

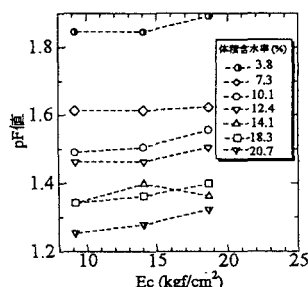


図-4 サクシオンと締固めエネルギーの関係

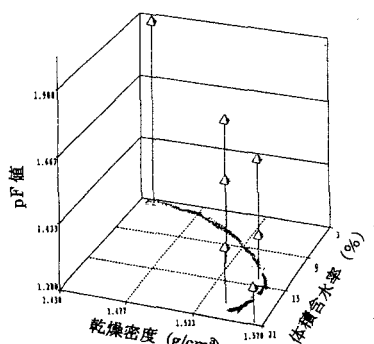


図-5(a) 締固めエネルギーが $18.7(\text{kgf/cm}^2)$

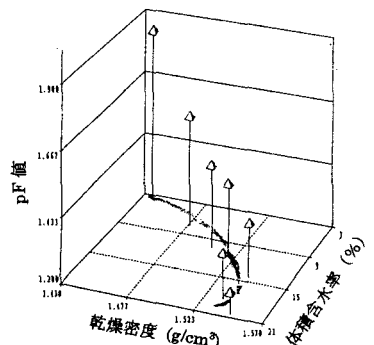


図-5(b) 締固めエネルギーが $14.1(\text{kgf/cm}^2)$

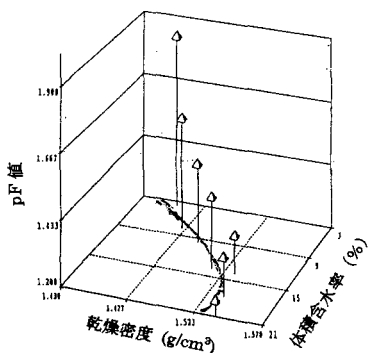


図-5(c) 締固めエネルギーが $9.2(\text{kgf/cm}^2)$