

プレッシャーメータ挿入時の孔壁周辺地盤の変形とひずみ分布

愛媛大学 正会員 深川良一・室達朗
愛媛大学 学生会員 ○日野直哉

はじめに プレッシャーメータ試験結果を評価する上で、削孔時や試験機挿入時に発生する孔壁攪乱は、その結果に重大な影響を及ぼすから、定量的な検討を加えその影響を評価することは重要である。深川ら^{1) 2)}は、粘土地盤中にプレッシャーメータを挿入した場合、周辺地盤の初期変形がプレッシャーメータ試験結果に及ぼす影響をFEMにより明らかにしたが、孔壁周辺地盤の実際の変形量に基づいて解析を実施したわけではない。そこで本研究では砂地盤に注目し、粒状材料からなる地盤への試験機挿入に伴う孔壁周辺地盤の変位を一連の室内モデル実験により明らかにした。

試料の物理特性 本研究では5種類の粒状材料を使用した。その粒径加積曲線を図-1に示す。各材料の物理性としては、豊浦標準砂、川砂A、川砂B、ポリエチレンビーズ、発泡スチロールビーズに対して、順に比重 $G_s = 2.57, 2.62, 2.64, 0.99, 0.02$ 、最大密度 $\rho_{max} = 1.62, 1.61, 1.73, 0.64, 0.0112 \text{ g/cm}^3$ 、最小密度 $\rho_{min} = 1.35, 1.35, 1.43, 0.58, 0.0107 \text{ g/cm}^3$ であった。

プレッシャーメータ挿入に伴う地盤変形測定試験

今回使用した試験装置を図-2に示している。土槽は前面1面をアクリル板、残りの面を表面の塗装されたベニア板で作っている。アクリル板の砂試料側の面には、シリンダー（後述）挿入時、その内側に試料が入るのを防ぐために幅10mm、深さ2.85mmの溝が付けられている。プレッシャーメータの代用としてステンレス製の半割シリンダー（内径60mm、肉厚5mm）を使用した。刃先は内側に約 26.6° 切り込んでいる。地盤中の挙動を観察するためにアクリル板に沿ってマーカーを設置したが、川砂A、B、ポリエチレンビーズでは直径約2mmのビーズを、粒径の小さい豊浦標準砂には1辺約1mmの正方形に切った色紙を、粒径の大きい発泡スチロールには着色した発泡スチロールを各々使用した。

試験方法 まず2枚の格子入りの0HP用シート（図-2参照）をアクリル板の表と裏面、対称となるように正確に張り付ける。マーカーの位置測定時には、表と裏の格子を目視的に重ね、シート上にマーカーの位置を記入した。試料は厚さ20mm毎に入れ、各試料の上にマーカーを設置した。間隔は全ての試料で統一したわけではないが、多くのケースにおいては、半割シリンダー挿入位置より水平方向に2.5, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 60, 80, 100mmである（図-2参照）。

半割シリンダー位置調整用ガイドを装着した後、シリンダーを鉛直に静かに挿入する。地盤が硬い場合は挿入に際してペロフラムシリンダーを利用した。シリンダー挿入の際、下方からシリンダー内に入ってくる試料が詰まらないように負圧をかけて除去した。

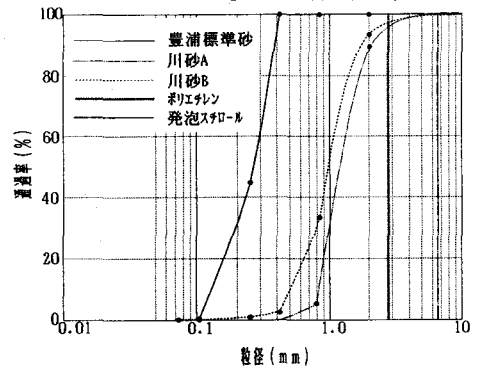


図-1 試料の粒径加積曲線

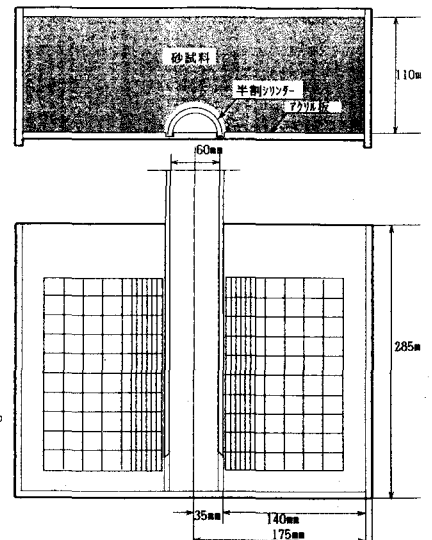


図-2 実験装置

地中節点変位 地中節点変位の1例として川砂B ($Dr=55.6\%$) の例を図-3に示す。半割シリンダーを土槽底面まで挿入した時点での結果である。左側縦軸がシリンダー外側面に対応している。この図より少なからず地中変位が発生していることがわかる。シリンダーに近づくにつれ変位量は大きくなっていることがうかがえる。またシリンダー近くでは鉛直下向きに引き込まれるように変位し、離れるにつれ外側に押し出されるように変位していることがわかる。

ひずみ分布 地中節点変位を考察するために最大せん断ひずみと体積ひずみの分布を図-4,5に示している。これらは図-3で示した試料(川砂B)について描いたもので、節点を三角要素に分割しそのひずみ量を三角形の重心に大きさ別に円として描いたものである。体積ひずみ、最大せん断ひずみは以下の式で与えられる。

$$\epsilon_v = \epsilon_x + \epsilon_y$$

$$\gamma_{max} = \sqrt{(\epsilon_x - \epsilon_y)^2 + 4\epsilon_{xy}^2}$$

いずれも不変量である。また体積ひずみは圧縮ひずみを正としている。図-4の最大せん断ひずみ分布をみるとシリンダー近くで100%以上のものが多く、離れるにつれ急速に小さくなっていることがわかる。図-5の体積ひずみ分布については、シリンダー付近では主に正の体積ひずみが発生し三角点要素は体積圧縮をしていることがわかる。これは試料がややゆる詰めの砂であることから、負のダイレイタンス特性を示したものと判断される。以上のことから、シリンダーから10mmまでのところで、大きな最大せん断ひずみと体積ひずみが分布することが判明した。この影響距離は試料の密度などの影響を受けることが予想される。

最大せん断ひずみ分布は試料によってその分布特性が異なった。川砂Aは川砂Bと類似した分布を示すのに対し、ポリエチレンと発泡スチロールでは、 γ_{max} の値が総じて小さかった。豊浦砂はその中間位の結果を示した。一方、体積ひずみ分布は総じて川砂Bと同様な傾向を示したが、定量的には試料によって若干の差が見られた。

まとめ 本研究では、プレッシャーメータ挿入時の孔壁周辺地盤の地盤変形を、粒状材料からなる地盤に対する簡単な室内実験により明かにした。今後はさらにプレッシャーメータと試料の間の摩擦特性、試料のダイレイタンス特性に基づいて考察を進める予定である。

参考文献 1) 深川・室・秋山(1991): 第26回土質工学会研究発表会講演集, 2) 深川・室・秋山(1992): 第27回土質工学会研究発表会講演集。

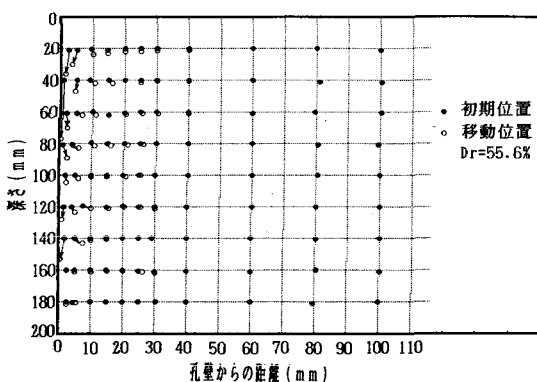


図-3 川砂Bにおける地中節点変位

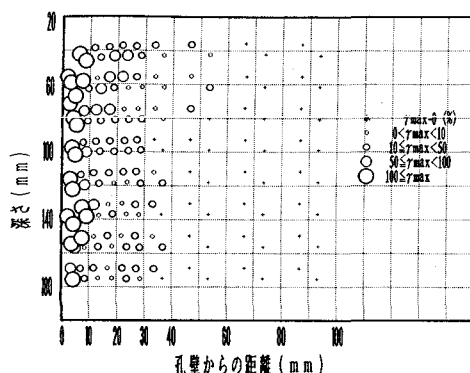


図-4 川砂Bにおける最大せん断ひずみ分布

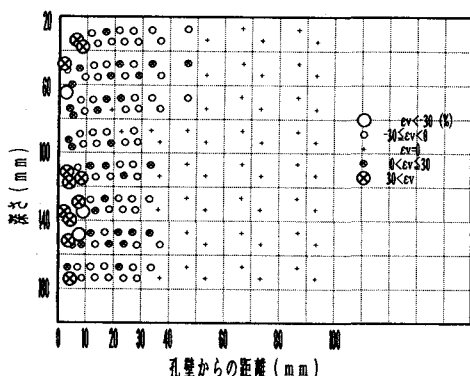


図-5 川砂Bにおける体積ひずみ分布