

京都大学工学部 正員 深川 良一
 京都大学工学部 正員 高 昭治郎
 京都大学工学部 正員 太田 秀樹
 京都大学工学部 杉村 均

1. はじめに ゴム膜貫入量を補正する試験方法は従来いくつか提案されてきたが、ここでは種類の補正試験を行い、結果の比較考察を行った。その結果、特に最も簡便な材料の等方性を仮定する方法は誤った補正量を与え易いことを指摘している。

2. 試験方法 図1に用いた種類の試験方法の概要を示す。図1(1)はRoscoe et al (1963)が最初に開発した方法で、供試体中に径の異なる金属性円柱を入れ、砂の体積と排水量の関係からゴム膜貫入量を外挿的に求める方法(図2参照, MR法)である。図1(2)は金丸ら(1979)が提案した方法で、Raju & Sadasivan (1974)の指摘に基づいて試料に等方的に圧力が作用するように工夫されたものである。MR法の修正型(MMR法)である。図1(3)はNewland & Allely (1959)が開発した方法で、試料の等方性を仮定し、実測された軸ひずみ ϵ_z の3倍に相当する体積をピュレットと計測された体積変化量より差し引いたものがゴム膜貫入量であると仮定する方法($E_v=3E_s$ 法)である。セル内にダイヤルゲージを取り付けて軸方向変位を実測した。用いた試料は豊浦標準砂であり、 $e_{max}=0.960$, $e_{min}=0.618$, $G_s=2.613$, $D_{50}=0.23$ である。供試体の直径は35.6mm, 高さはMR法, MMR法は55mm, $E_v=3E_s$ 法はおよそ50mmである。供試体の間隙比はほぼ0.7にたよるように調整し、締めめはひききだけ試料の異方性の影響を除くために、直径6mmの銅棒を用いて突き固める方法を採用した(小田ら(1979)による)。用いたゴム膜は厚さ0.2mm、弾性係数1960kN/m²のものである。また装置に体積ひずみを評価するために、試験には脱気した蒸留水を用い、更に試験前に三軸セルおよび排水管路に高い負圧をかけ、系内水の気泡の除去をほった。MR法, MMR法ではポーラスストーンではなく3軸を用いているため、3軸の排水量についても補正を行っている。

3. MR法, MMR法の試験結果 図2に1例としてMMR法における砂の体積～体積変化関係を示している。各応力レベルに

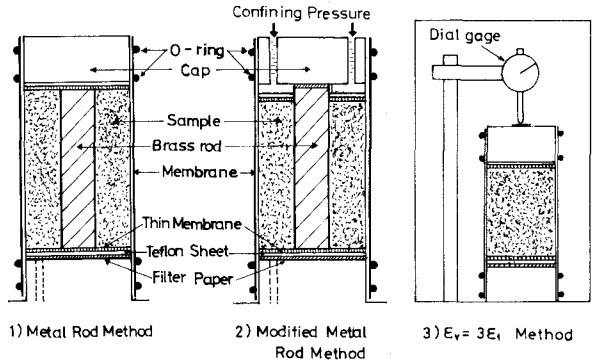


図1. 補正試験の概要

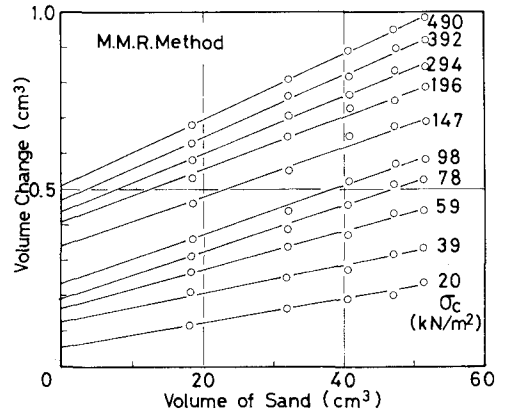


図2. ゴム膜貫入量の外挿による推定

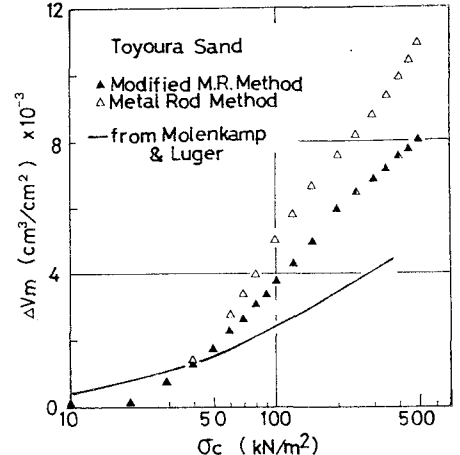


図3. 補正試験結果の比較

対応するプロットより外挿的に、即ち砂の体積=0に対応する排水量としてゴム膜貫入量を求められる。外挿に際しては最小二乗法を用いている。図3に拘束圧～単位表面積当りのゴム膜貫入量関係を示している。Molenkamp & Luger (1981) は公表されたいくつかのデータを基にして半経験的なゴム膜貫入量の決定式を与えている。図3にその決定式より得られた結果を同時に示している。MR法、MMR法の結果とは幾分異なった傾向を示すが、ゴム膜貫入量を平均粒径、拘束圧、ゴム膜の弾性係数のみの関数として単純化している点に無理があり、可能ならば補正試験を他種の試料、応力レベルについて行うべきであることと示唆していると思われる。MR法はMMR法よりも幾分大きい結果を与えているが、両方法の相違点は軸方向変位が拘束されているか否かである。高田(1982)が指摘するように等方的に圧力が作用することの本質的意義は明らかでないが、MR法は不均一な詰まり方の影響を受け易く、特に供試体の上部がゆるぎに成り易く、局部的にゴム膜の食い込みが見られたのに対し、MMR法では軸方向からも圧力が供試体に作用するために局部的なゴム膜の食い込みは見られず、結果的にデータのバラつきも少なく再現性も良かった。

4. E_v を3ε法での試験結果 2. で述べた3方法のうち最も簡便なものでは $E_v=3\varepsilon$ 法であり、MR法、MMR法に比べると数分の1の時間がかかる。しかしこの方法の基本的仮定である試料の等方性には疑問の余地があるものと思われる。④4に繰返し等方圧密試験結果を示す。図4(a)に拘束圧とビュレットの水面変位より計算した体

積ひずみの関係を、図4(b)に実測された軸方向変位および体積変化より計算された単位面積当りのゴム膜貫入量を示す。ひずみの基準状態は圧密圧力 $\sigma_c=5 \text{ kN/m}^2$ の載荷終了時としている。第1除荷以後軸ひずみはほぼ同一のヒステリシスループを繰り返すのに対し、図4(a)より、体積ひずみは収束の傾向を見せつつも漸次増大していることがわかる。ゴム膜貫入量を供試体が等方的に変形しているとして仮定して計算した結果が図4(b)である。特徴的なのは初期に ΔV_m が負値をとっていることであり、等方的に変形していないことを示している。これは金属性のロードを用いて締固める際、粒子の長軸方向が鉛直方向にむす卓越したことに起因するものと考えられる。この結果より、試料の締固めに考慮を払ってもなお試料の等方性という仮定に疑問が残る、実験方法は簡便であるが、 $E_v=3\varepsilon$ 法は誤った補正量を与え易いといえる。繰返し回数を増やすにつれ、 ΔV_m は正に転じ、漸次増大の傾向を示す。この後繰返し載荷を連続して行ったが、収束の傾向は示すものの、 $E_v=3\varepsilon$ 法によって得られた ΔV_m の値は18th cycle ばかりで過大な値を与えるようである。

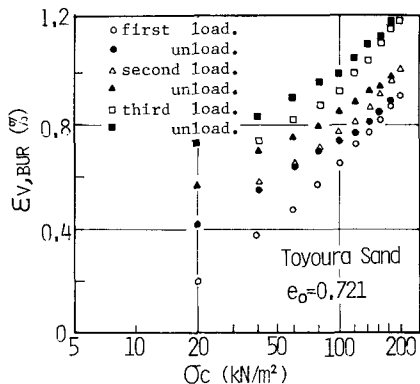


図4(a). 見かけの体積変化～拘束圧

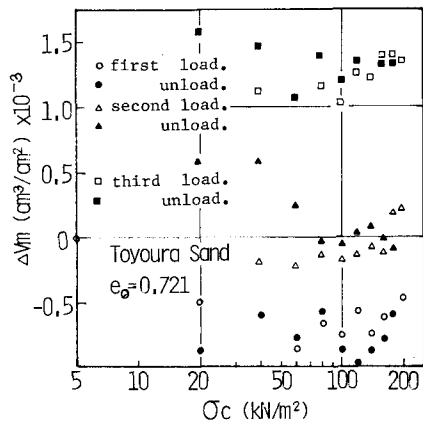


図4(b). $E_v=3\varepsilon$ 法に基づくゴム膜貫入量

5. 参考文献

- Roscoe, K.H., Schofield, A.N. and Thurairajah, A. (1963), ASTM Special Technical Publication 361 pp 111-128.
- Raju, V.S. and Sadasivan, S.K. (1974), ASCE, Vol.1, GT4, PP 482-489.
- Newland, P.L. and Allely, B.H. (1959), Geotechnique, Vol.9, pp 174-182.
- Molenkamp, F. and Luger, H.J. (1981), Geotechnique, Vol.31, No.4, pp 471-486.
- 金丸・深川・日高・太田 (1979), 第14回土工学会研究発表会議録集, PP 377~380.
- 小田・浜島・吉戸 (1979), 第14回土工学会研究発表会議録集, PP 373~376.
- 高田 (1982), エと基礎, 30-12, PP 11-17.