

III-247

不攪乱砂礫の動的強度に及ぼすシステムコンプライアンスの影響

財団法人 電力中央研究所 ○田中幸久 国生剛治

同 上

吉田保夫 工藤康二

1. はじめに

粒状材料の室内三軸試験機等による非排水繰返しせん断強度（以降、動的強度と呼ぶ）は、メンブレンペネトレーション（以降、メンペネと略称する）を含むシステムコンプライアンスの影響により過大に評価される傾向にあることが報告されている。特に砂礫のように粒径が比較的大きい試料の場合には他の条件が同じであればメンペネの量が細砂などに比べて大きいいため、メンペネが動的強度に及ぼす影響は大きいものと思われる。一方、メンペネによる体積変化 ϵ_{vm} 及びメンペネを含むシステムコンプライアンスによる体積変化 ϵ_{vc} の供試体骨格の変形による真の体積変化 ϵ_{vs} に対する比をそれぞれ C_{RM} 、 C_R とすると、 C_{RM} 及び C_R の値を求める方法として現在提案されている方法はいずれも室内再調整試料を対象としたものであり、不攪乱試料の C_{RM} 及び C_R の値は、再調整試料の結果から粒度特性にもとづいて推定しているのが現状であろう。本報告ではそうした現状を踏まえ、動的強度試験を実施する前の比較的小さなひずみにおける動的変形試験から、不攪乱試料の C_{RM} 及び C_R の値を直接求める方法を開発し、T地点から凍結サンプリングにより採取した不攪乱試料¹⁾に適用し、メンペネを含むシステムコンプライアンスが動的強度試験結果に及ぼす影響を検討した。

2. 動的変形試験で C_{RM} 及び C_R の値を求める方法（直交異方性弾性体とした場合の算定式）

紙数の関係で詳細は省略するがボーリング孔からサンプリングした供試体を念頭に置き、供試体の中心軸が堆積面に対して垂直な円柱状の直交異方性弾性体とした場合（図1参照）、土粒子の剛性が十分大きいと仮定すれば、 C_{RM} 及び C_R は次式で表わされる¹⁾。

$$C_{RM} = \frac{1}{3} \frac{B}{D} \frac{K_S}{K_{SV}} - 1 \quad (1)$$

$$C_R = \frac{1}{3} \frac{K_S}{K_{SV}} - 1 \quad (2)$$

等方応力条件下における土の体積弾性率 K_S は次式で表わされる。

$$K_S = \frac{1}{\frac{1}{3} \frac{1}{K_{SV}} + \frac{2}{3} \frac{1}{K_{SH}}} \quad (3)$$

ここで、 K_{SV} 、 K_{SH} はそれぞれ土骨格の鉛直方向、水平方向に関する体積弾性率であり次式で表わされる。

$$K_{SV} = \frac{E_v}{3(1-2\nu_{vH})} \quad (4)$$

$$K_{SH} = \frac{E_H}{3(1-E_H\nu_{vH}/E_v-\nu_H)} \quad (5)$$

ここで、 E_v ：鉛直方向の排水ヤング率、 E_H ：水平方向の排水ヤング率、 ν_{vH} ：鉛直応力による水平方向のひずみに関する排水ポアソン比、 ν_H ：水平応力による水平方向のひずみに関する排水ポアソン比、

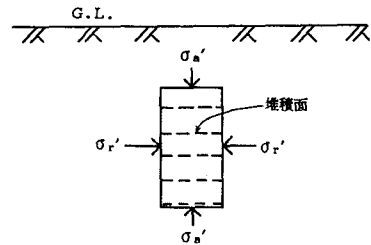


図1. 堆積面の方向と三軸供試体に加わる主応力の方向に関する仮定

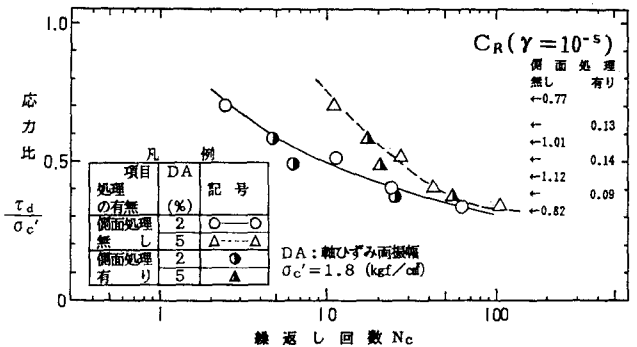


図2. 側面処理の有無が動的強度試験結果に及ぼす影響

D: 微小ひずみ条件下で非排水繰返しせん断試験を行った場合に得られる次式で定義される量

$$D = \Delta u / \Delta \sigma_a \quad (6)$$

ここで、 Δu : 間隙水圧の変化分、 $\Delta \sigma_a$: 軸方向応力の変化分、 B : いわゆる B 値

尚、等方の場合 ($k_{sv} = k_{sh}$) の (1)、(2) 式については、それぞれ文献2)、3)でも誘導されている。

3. T地点の凍結サンプリング試料の側面処理が動的強度に及ぼす影響¹⁾

図2は、G.L.-10.5~15mにある地下水位以下の砂礫層からの不攪乱採取試料に対する試験結果である。図2中の「側面処理」は、ダイヤモンドビットによる側面切削と豊浦砂の張り付けを組み合わせ、最小の豊浦砂で凍結供試体の側面が平滑になるように行った処理である。

供試体が等方体 ($K_{sv} = K_{sh}$) であると仮定して、せん断ひずみ振幅 $\gamma = 10^{-5}$ における C_{RM} 、 C_R (これを $C_{RM}(\gamma=10^{-5})$ 、 $C_R(\gamma=10^{-5})$ と表す) の値を求めると、側面処理をしていない場合は、それぞれ0.91、0.93であり、側面処理を施した場合はそれぞれ、0.11、0.12である。このように供試体側面の凹凸の状態に対して C_{RM} 及び C_R は敏感なパラメータである。しかし、図2によれば側面処理の結果が動的強度に及ぼす影響は小さい。側面処理の有無が C_{RM} 又は C_R の値に及ぼす影響が大きいかもかわらず動的強度試験結果に影響を及ぼさない理由を以下に考察する。

図3は、第1波目の載荷後に供試体内に蓄積した間隙水圧 u を間隙水圧比 $\Gamma_{u1} (= u / \sigma_c')$ で表わし、加えた応力比との関係を示したものである。応力比が同じであれば、側面処理した供試体の Γ_{u1} は側面処理していない供試体の1.6倍程度であり、両者に明瞭な差が見られる。 $C_R(\gamma=10^{-5})$ を用いて計算するとその値は $1.72 (= 1.93 / 1.12)$ であり、やや安全側ではあるがほぼ妥当な評価を与えている。一方、第1波目を載荷した時の軸ひずみ両振幅 DA_1 と応力比の関係を示したものが図4である。図4では側面処理の有無による差がみられない。このように側面処理は、間隙水圧の蓄積に対して効果があるが、このことが軸ひずみ振幅の増大に結び付いていない。この理由としては、サイクリックモビリティを生じるような密な試料の場合、システムコンプライアンスの影響が負のダイレイタンスばかりでなく、正のダイレイタンスを発生しにくくする効果もあるため両者が相殺し、軸ひずみ振幅に対しては図2及び図4に示すように影響が顕著でなくなっていることが考えられる。いずれにしろ、まだ明確でないので更に検討を要する。

参考文献; 1) 田中幸久、他3名(1989): 凍結サンプリングによる不攪乱砂礫の動的強度とその簡易評価法、昭和63年度サンプリングシンポジウム発表論文集、pp.65~74。 2) 田中敬三、時松孝次(1988): 液状化試験結果に対する Membrane Penetration の簡易な評価方法、土の非排水繰返し試験に関するシンポジウム発表論文集、土質工学会、pp.85~88。 3) 田中幸久、鈴木淳一(1988): メンブレンペネトレーションの簡便な評価方法について、第23回土質工学会研究発表会発表講演集、pp.663~666。

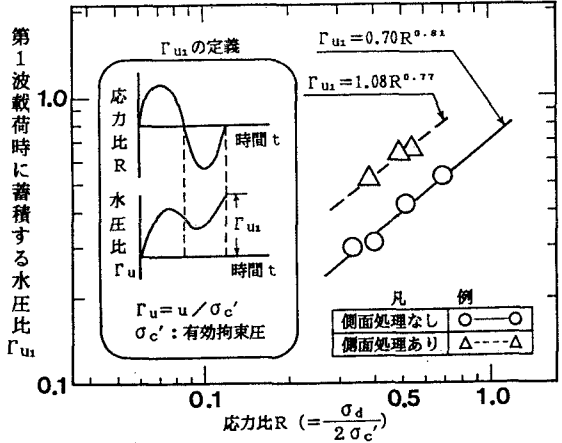


図3. 側面処理の有無が間隙水圧に及ぼす影響

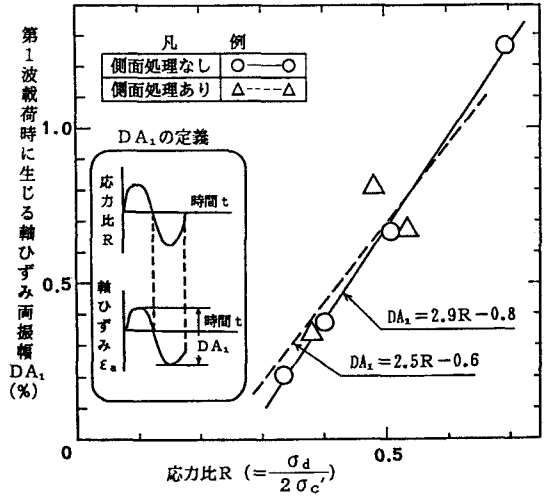


図4. 側面処理の有無が軸ひずみに及ぼす影響