

III-215

非排水圧縮試験に及ぼす初期不整の大きさの影響

名古屋大学工学部 正会員 野田利弘
 名古屋大学工学部 正会員 浅岡 顕
 大成建設(株) 藤井祐紀

1. はじめに

著者らは図1に示すような3軸供試体のせん断「強度」に及ぼす軸「ひずみ」速度効果(特に非排水試験の場合)に着目し、構成式にカムクレイモデルを用いた水～土骨格連成有限変形計算^{1)・2)}を行ってきた。この計算で得られる結果に実際の実験における供試体の破壊形状が軸「ひずみ」速度の違いに応じて異なること³⁾も考慮して、この軸「ひずみ」速度効果の原因の1つには、水～土骨格連成場において供試体が必ず有する傷(幾何的な初期不整)によって誘発される分岐解(モード)の違いが挙げられると考察してきた³⁾。本報告でははじめにこの初期不整を設けた計算結果の概要について述べた後、「強度」または荷重～変位関係に与える他の要因の1つである、供試体が側面に有する幾何的な初期不整の大きさの影響について考察する。

2. 平面「ひずみ」非排水圧縮試験の概要

図2に示す境界条件下にある平面ひずみ供試体(横12cm×縦36cm、材料定数は表1)に対して、図1のTest A($\dot{\epsilon}_A=4.9\%/min$)とTest B($\dot{\epsilon}_B=9.12 \times 10^{-3}\%/min$)の軸「ひずみ」速度で1軸圧縮試験を行った。この時、供試体側面に大きさ(振幅、ここでは1/200cm)は小さいが、図3に示すような幾つかの山と谷を有するコサインカーブをあらかじめ計算のはじめから与えておくと、供試体は载荷の遅い $\dot{\epsilon}_B$ の場合(図5)は速い $\dot{\epsilon}_A$ の場合(図4)と異なり、初期不整が高次のモードであっても完全矩形供試体が辿る基本経路から1次の分岐点近傍で離脱し1次の分岐形状(モード)を呈しながら荷重が不安定となった。なお、図4と図5において軸「ひずみ」とは、軸変位/初期供試体高さを、軸差「応力」とは上部反力/初期断面積から側圧を差し引いた値で各図は荷重～変位関係に対応し、図中の「次モード」とは初期不整の形状を示す。

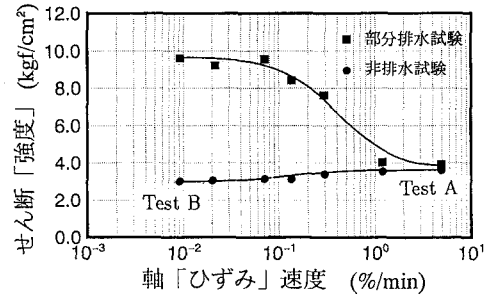


図1 3軸供試体の軸「ひずみ」速度効果

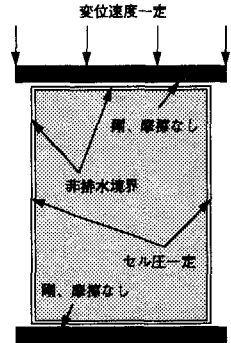


図2 平面ひずみ供試体

表1 材料定数

圧縮指数 λ	0.108
膨潤指数 $\bar{\kappa}$	0.025
限界状態定数 M	1.55
ポアソン比	0.3
初期比体積 $v_0 = 1+e_0$	1.83
(初期間隙比 e_0)	(0.83)
初期圧密圧力 p'_0 (kgf/cm²)	3.0
透水係数 k (cm/sec)	3.7×10^{-8}

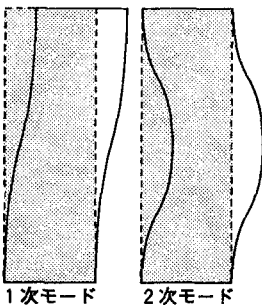


図3 初期不整の形状

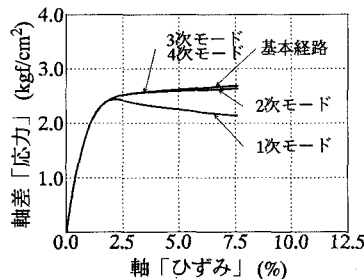


図4 $\dot{\epsilon}_A=4.9\%/min$ の場合の比較

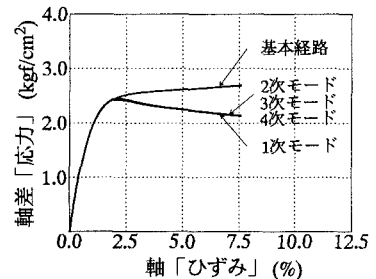


図5 $\dot{\epsilon}_B=9.12 \times 10^{-3}\%/min$ の場合

3. 初期不整の大きさが荷重～変位関係に及ぼす影響

初期不整の大きさが荷重～変位関係に及ぼす影響について考察する。図6と図7は、ともに1次モードの初期不整を有する供試体にそれぞれ軸「ひずみ」速度として $\dot{\varepsilon}_A$ と $\dot{\varepsilon}_B$ を与えた場合の計算結果である。また、図8と図9は2次モードの初期不整を設けた場合の結果である。なお、初期不整の大きさは側面に設けたコサインカーブの振幅の2倍の値で、図中に示している。これらの図から初期不整と同じモードを発現する図6～図8の場合は、初期不整が大きくなるに従いピーク荷重は減ずることがわかる。また、初期不整のモードがswitchingする図9の場合は初期不整としての2次モードの影響を受けて初期不整の大きい場合の方がピーク荷重は大きくなる傾向にあるが、荷重～変位関係にさほど差異が見られない。以上のことから、通常実験で用いられる供試体が有する程度（約5/100cm以下）の僅かな傷であれば、荷重～変位関係にはそれほど影響はなく、それよりも発現する分岐モード（形状）の方が支配的ではないかと言える。

なお、ピーク荷重を呈した場合のピーク荷重と初期不整の大きさとの関係は、Koiter⁴⁾の2/3乗則に従っていることが図10よりわかる。

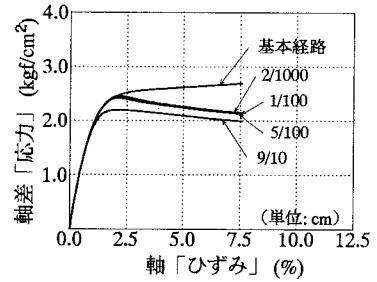


図6 初期不整量の影響(初期1次、速)

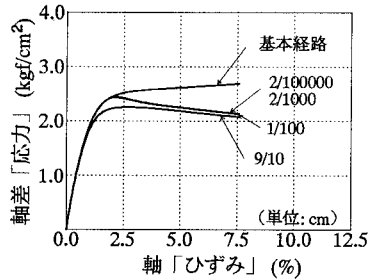


図7 初期不整量の影響(初期1次、遅)

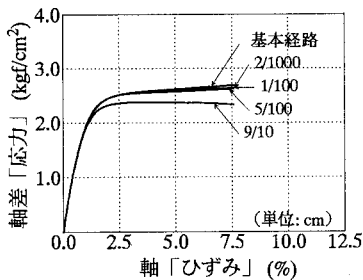


図8 初期不整量の影響(初期1次、速)

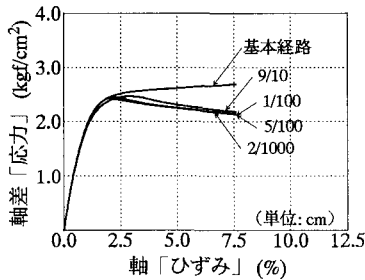


図9 初期不整量の影響(初期2次、遅)

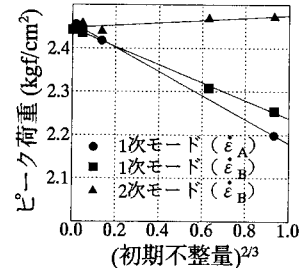


図10 初期不整量とピーク荷重の関係

4. おわりに

縦横比が十分大きな細長平面ひずみ供試体の場合には、比較的 low 次相異なる基本経路上の分岐点の荷重が大きく異なることが計算により別途示される²⁾。しかし、縦(高さ)横(直径)比が比較的小さい通常用いる3軸供試体では相異なる low 次の分岐点が極めて接近している。さらに上記のように幾何的初期不整の影響も小さいことから、高さ8cm×直径3.5cm程度の供試体を用いる3軸試験では「強度」の「ばらつき」が小さくなり、それで標準的な土質試験として今日に至っているのではないかと考えた。

参考文献 (1)Asaoka et al. (1994): "Soil-Water coupled Behaviour of Saturated Clay near/at Critical State", Soils and Foundations, Vol. 34, No. 1. (2)浅岡・野田・藤井(1994): "平面ひずみカムクレイ供試体の分岐・分岐後の水-土骨格連成挙動", 第29回土質工学研究発表会 (3)小倉・中野・浅岡(1992): "正規圧密三軸供試体の破壊モードに及ぼす載荷速度効果", 第27回土質工学研究発表会, pp. 677-680. (4)Ikeda・Goto (1993): "Imperfection sensitivity for size effect of granular materials", Soils and Foundations, Vol. 33, No. 2.