

多段階試験による乱さないまさ土の強度評価について

山口大学工学部 正員○安福規之
山口大学工学部 正員 村田秀一
山口大学工学部 正員 兵動正幸

1. まえがき

乱さないまさ土の強度特性を評価する場合、同一条件（例えば間隙比）の供試体を得にくいことから、力学試験結果のバラツキに悩まされることが多い。このため、強度定数を決定するために十数本の試験を行うこともまれではない。本報告は、このような背景の中で乱さないまさ土の強度定数を比較的簡単にかつある程度の精度をもって評価するためのひとつの実験的手法である”多段階三軸試験”の乱さないまさ土への適用性について検討したものである。ここでは、特に応力経路に注目し乱した試料との比較において検討した。

2. 多段階三軸試験

この試験の特徴は、一本の供試体から破壊包絡線あるいは強度定数を求めようとするところにあるが、ここでは、図1に示すような4つのタイプに実験を分けて強度特性に関する検討を行った。c-1タイプ試験は、ある拘束圧のもとで行う通常の単調載荷試験を表す。c-2タイプ試験はある拘束圧下で載荷・除荷を繰り返す試験である。c-3タイプ試験は拘束圧を徐々に増加させながら載荷・除荷を繰り返す試験であり、逆にc-4タイプ試験は拘束圧を徐々に減少させながら載荷・除荷を繰り返す試験である¹⁾。ここで、主に対象とした試料は中程度に風化したまさ土であり、上述の実験を飽和した乱さない供試体と締固めた供試体に対して実施した。また、対象とした拘束圧は50kPa-500kPaである。載荷は、ひずみ速度0.10-0.07%/min.のひずみ制御方式で行い、その一つの過程で軸差応力 q にピーク値あるいは軸ひずみ ϵ_1 が15%に達したなら除荷を行うこととした。行われた試験はすべて側圧一定型の排水三軸試験である。

3. 実験結果と考察

c-2タイプ試験の結果：図2と図3は、拘束圧100kPaのもとで行ったc-2タイプ試験の結果を乱さない供試体と乱した供試体に対してそれぞれ示したものである。また、表1は、図2、図3の結果に基づいて、第一載荷での強度（その過程で得られた最大の軸差応力）に対する第2から第7載荷での強度の比をまとめて示したものである。これらの図表から、1）乱さない供試体は、締固めた供試体に比べ、各載荷段階でのひずみ量がかかなり少ないこと、2）第一載荷での強度に対する各載荷段階での強度比が、乱さないまさ土の場合1.05程度であり、強度に繰返し載荷の影響がさほど見られない。などのことがいえ、多段階試験を乱さないまさ土に適用する上で都合のいい結果となっている。

c-3, c-4タイプ試験結果：図4は、拘束圧を100kPaから500kPaまで増加させたc-3タイプ試験結果であり、図5は拘束圧を500kPaから100kPaまで減少させた場合のc-4タイプ試験結果を示している。これらの図からc-4タイプ試験の各載荷段階で生じるひずみ量がc-3タイプ試験に比べて著しく小さいことがわかる。図6は、単調載荷試験（c-1タイプ試験）から得られる破壊包絡線とc-3タイプ試験とc-4タイプ試験から得られるそれらとの比較を行ったものである。(a)図はc-3タイプ試験との比較、(b)図はc-4タイプ試験との比較を示している。この図から、単調載荷試験結果との対応は、c-4タイプ試験よりもむしろc-3タイプ試験の方が良好であることがわかる。また、図7は図6中の個々のモールの円から得られるセカントアングル ϕ_s に着目して、多段階試験の有用性を調べたものである。縦軸には、c-1タイプ試験から得られるセカントアングルと各タイプの試験から得られるそれとの比 R_s を取っている。すなわち、もし $R_s=1$ ならばこれは、単調載荷試験から得られる強度と多段階試験からの強度が一致していることを意味する。この図からも、強度定数を多段階試験を用いて評価するにはc-3タイプのような拘束圧増加型の試験が有用であることや、この試験が締固めた供試体よりも乱さない供試体に対してより適用性の高いことが理解できる。図8は、風化度の異なる乱さないまさ土供試体への多段階試験の適用性を見たものであるが、今回報告した中程度に風化したまさ土（No.3）と同様な取扱いが他のまさ土についてもできそうである。最後に、本研究を進めるに当たり実験を熱心に行ってくださった卒論生渡辺俊光君（現、清水建設）と西博之君（現、建設省）に感謝の意を表します。

参考文献：安福・村田・兵動・山本：第39回土木学会中四支部研究発表会、pp. 201-202, 1987.

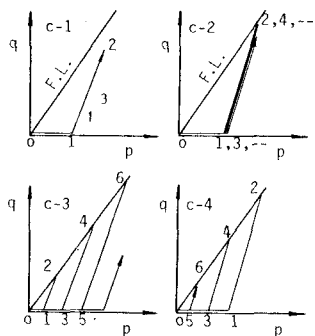


図1 応力経路

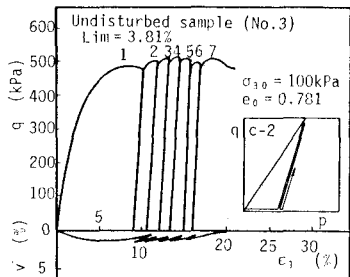


図2 C-2タイプ試験結果
(乱さないまき土)

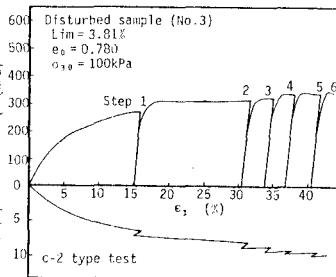


図3 C-2タイプ試験結果
(締固めたまき土)

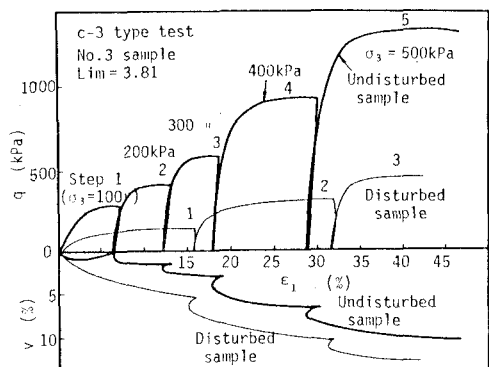


図4 C-3タイプ試験結果

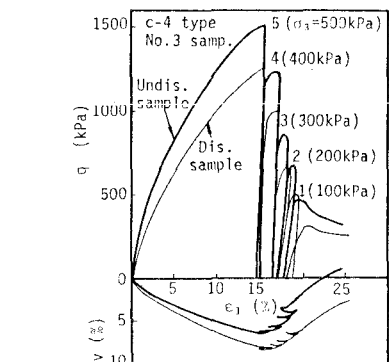


図5 C-4タイプ試験結果

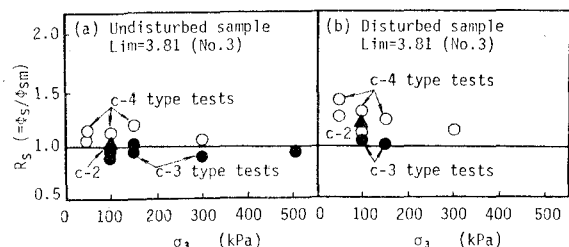


図7 各载荷試験による強度定数の評価

表1 各载荷段階での強度の評価

Step 1 Step 1	1	2	3	4	5	6	7
Undisturbed sample	1.00	1.05	1.06	1.06	1.05	1.05	1.05
Disturbed sample	1.00	1.18	1.21	1.28	1.29	—	—

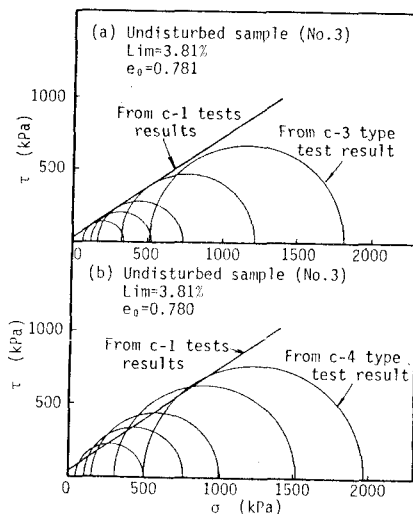


図6 モールの応力円の比較

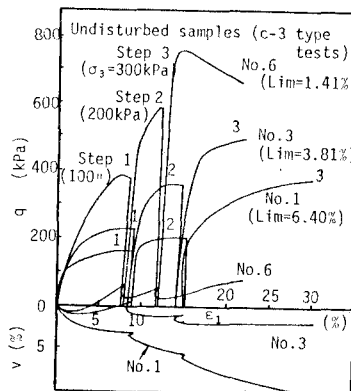


図8 他のまき土の多段階三軸試験結果