

瞬発载荷履歴を受けた砂質土のせん断剛性及び強度の評価

山口大学工学部 正 員 兵動正幸 安福規之 村田秀一

山口大学大学院 学生員○河原弘明

日本国土開発㈱ 正 員 四宮圭三

1. まえがき

重錘落下締固め工法は、施工のシンプルさや経済性に優れているため、近年施工実績も増加してきた。しかし、その改良メカニズム等不明な点が多く、未だ経験的な部分を占めている。以前、著者ら¹⁾は、重錘落下時に生じる地盤内応力を再現しうる瞬発载荷式三軸圧縮試験機を試作し、種々に応力を変化させた瞬発载荷試験後の砂質土の圧縮性評価や静的非排水せん断特性の評価を行った。本報告は、繰返し瞬発载荷履歴を受けた砂質土の強度定数の増加について調べることを目的とし、繰返し瞬発载荷を受けた供試体に対し、静的排水せん断試験を行い、その時のせん断剛性及び強度について考察するものである。

2. 試料および実験方法

実験に用いた試料は、宇部市小羽山で採取されたまさ土であり、試料の物性値は表-1に示す通りである。供試体は空中落下法により初期相対密度 $Dr_0=60\%$ で直径5cm、高さ10cmの円筒形に成形し完全飽和状態とした。用いた試験機は瞬発载荷式三軸圧縮試験機である。実験方法は、初期拘束圧 $p_c=100\text{kPa}$ まで圧密した後、瞬発载荷履歴を加え、その後、ひずみ速度 $0.1\%/min$ でひずみ速度制御による静的排水せん断試験を行ったものである。比較のために履歴を与えない供試体に対して、静的排水せん断試験を行った。図-1は、瞬発载荷応力径路を概念的に示したものである。瞬発载荷履歴は等方応力履歴 $\Delta p=50, 100, 200, 400\text{kPa}$ 、せん断応力履歴 $\Delta \eta=0.5, 0.8, 1.1, 1.4$ のそれぞれ4通りであり、任意の応力に至るまでの瞬時の载荷・除荷を繰返し50回加えるものである。なお本報告で用いたパラメータは、平均有効主応力 $p=(\sigma_1+2\sigma_2)/3$ 、軸差応力 $q=\sigma_1-\sigma_2$ 、軸差ひずみ $\gamma=2(\epsilon_1-\epsilon_2)/3$ 、体積ひずみ $\epsilon_v=\epsilon_1+2\epsilon_2$ である。

表-1 試料の物性値

比 重	2.615
最大間隙比	1.243
最小間隙比	0.728
平均粒径	0.52mm
均等係数	4.770

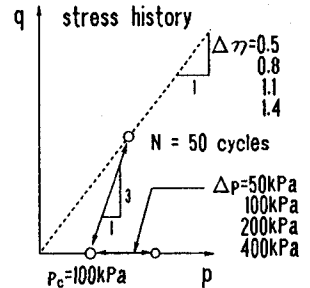


図-1 瞬発载荷応力径路図

図-2は、履歴を与えない供試体とせん断応力履歴载荷後の供試体に対して、静的排水せん断試験を行った結果をあわせて示したものである。軸差応力-軸ひずみ関係を見てみるとせん断応力履歴 $\Delta \eta$ の増加にと

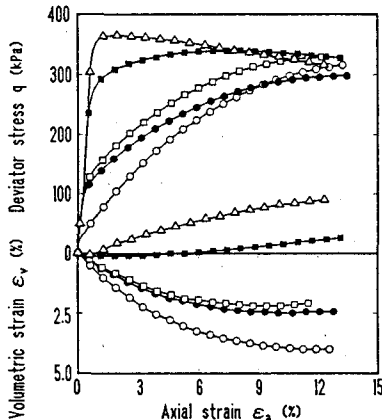


図-2 せん断応力载荷後の静的排水せん断試験結果

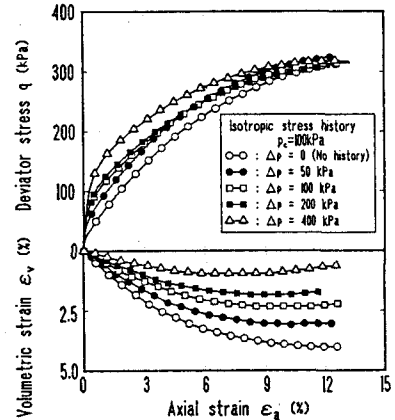


図-3 等方応力载荷後の静的排水せん断試験結果

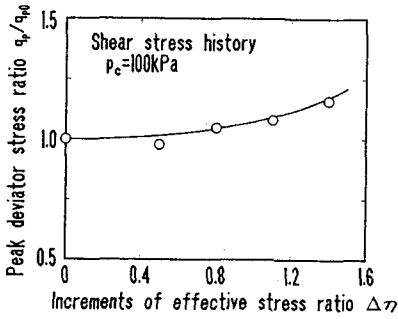


図-4 最大軸差応力比とせん断応力比増分の関係

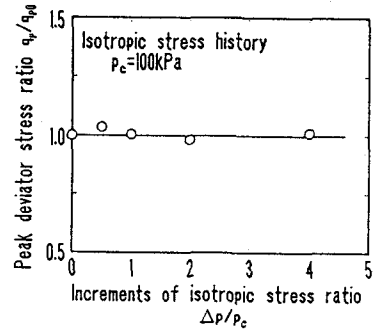


図-5 最大軸差応力比と等方応力比増分の関係

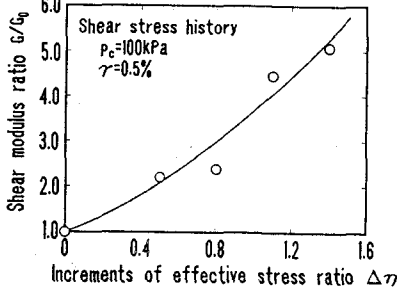


図-6 せん断剛性比とせん断応力比増分の関係

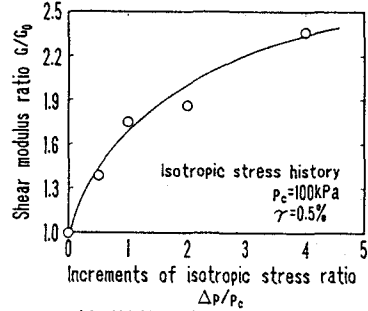


図-7 せん断剛性比と等方応力比増分の関係

もない、軸差応力において明瞭なピークが見られるようになり、最大せん断強度の顕著な増加が認められ、またピーク後のひずみ軟化挙動も著しくなっている。さらに初期のせん断剛性も履歴を与えないものに比べ明らかに増加している。また、軸ひずみ-体積ひずみ関係において $\Delta\eta$ の増加にともないダイレタンシー挙動が収縮から膨張傾向へと変化している。図-3は、履歴を与えない供試体と等方応力履歴載荷後の供試体に対して、静的排水せん断試験を行った結果をあわせて示したものである。軸差応力-軸ひずみ関係を見てもいずれの等方応力履歴 Δp の載荷に対しても明瞭なピークは見られずダイレタンシー挙動は常に収縮傾向を示しているが、初期のせん断剛性は Δp の増加にともない増加している。図-4は、ピーク時の軸差応力に着目して再整理したものであり、履歴を与えない供試体に対する最大軸差応力を q_{p0} として、最大軸差応力比とせん断応力比増分の関係を示したものである。この図を見ると、 $\Delta\eta$ の増加にともない最大軸差応力は増加していることが分かる。一方、図-5は、最大軸差応力比と等方応力比増分の関係を示したものであるが、 Δp の増加によらず履歴を与えないものと比べて最大軸差応力は、あまり変化しないことが分かる。図-6は、初期のせん断剛性に着目して再整理したものであり、軸差ひずみ $\gamma = 0.5\%$ 時のせん断剛性を G と定義し、履歴を与えない供試体に対するせん断剛性を G_0 として、せん断剛性比とせん断応力比増分の関係を示したものである。この図から $\Delta\eta$ の増加に伴い、せん断剛性は顕著に増加し、また、その増加割合は $\Delta\eta$ の増加に伴い大きくなることが分かる。図-7は、せん断剛性比と等方応力比増分の関係を示したものであり、 Δp の増加に伴い、せん断剛性は増加の傾向にあるが、その増加率は Δp の増加に伴い低下している。

4. あとがき

本報告は、重錘落下後の砂質土のせん断剛性及び強度について調べることを目的として、瞬発載荷後の供試体と履歴を与えない供試体に対して、静的排水せん断試験を行った。その結果、等方応力履歴はピーク時の軸差応力に変化を与えないものの、初期のせん断剛性を増加させる。また、せん断応力履歴はピーク時の軸差応力や初期のせん断剛性を増加させることが明らかとなった。

〔参考文献〕1) 四宮・兵動・安福・村田：重錘落下締固め工法における砂質土の圧縮性評価のための三軸試験，土木学会論文集 No. 469/III-23, pp. 111-120, 1993.6