

東急建設株式会社
 東京大学生産技術研究所
 法政大学工学部

〇正員 越智 健三
 正員 龍岡 文夫
 学生員 山本 博之

1. 三軸表状化強度とねじりせん断表状化強度に及ぼす試料作成法の影響

豊浦砂を一定高さから自由落下させる空中落下法(以下APと略す)、湿潤状態($w=3\%$)でタンパーを自由落下させる不飽和突固め法(以下WT)、湿潤状態($w=3\%$)でモールド側壁を打撃する不飽和振動法(以下WEV)、水中に砂粒子を自由落下させモールド側壁を打撃する水中振動法(以下WAV)、以上7つの試料作成法により、豊浦砂の表状化強度を求めた。図1、図2には、それぞれ、繰り返し回数10回及び20回でせん断ひずみ5%に達するねじりせん断表状化強度と軸ひずみ10%に達する三軸表状化強度を応力比 $\sigma_{ap}/2\sigma_{mc}$ と相対密度の関係で示してある。これらの図から以下のことがわかる。

(1). 三軸強度は、ねじりせん断強度に比べてある密度からの強度増加が著しく、その密度は、図1よりAPで80%、WEVで65%と、作成法により大きな差が見られる。一方、ねじりせん断強度は、AP、WTにおいて明確な強度増加地点があるものの、WAV、WEVではその傾向は見られず、なめらかな強度増加となる。

(2). AP、WEVは、三軸試験、ねじりせん断試験共に、最小、最大の強度を示す作成法である。

(3). AP、WEVの三軸強度とねじりせん断強度の関係は、低い密度でねじりせん断強度が三軸強度を上まわり、三軸強度が急激に増加する密度から両者の強度関係が逆転するという同様の傾向を示している。

(4). 一方、WTでは、三軸強度がねじりせん断強度に比べて低い密度から常に大きい値をとる。

(5). また、WAVにおいては、ねじりせん断強度が、三軸強度を上まわっているものの、三軸強度の急激な強度増加を考慮すれば、やがて両者の関係は逆転し、AP、WEVと同様の傾向となるものと考えられる。

(6). 図1より繰り返し回数10回においては、60%以上の密度で試料作成法の影響が顕著に現れるが、図2の繰り返し回数20回では、WT、WEV、WAVは、三軸強度、ねじりせん断強度共に、供試体作成法の影響が小さく一つの集団となっているのに対して、APのみ急激な強度増加地点の密度が異ってきている。このことから、次のことが考えられる。WT、WEV、WAVは締固め方法の相違はあるものの、いずれも人工的に締固めエネルギーを与えたものである。一方、APは自然堆積

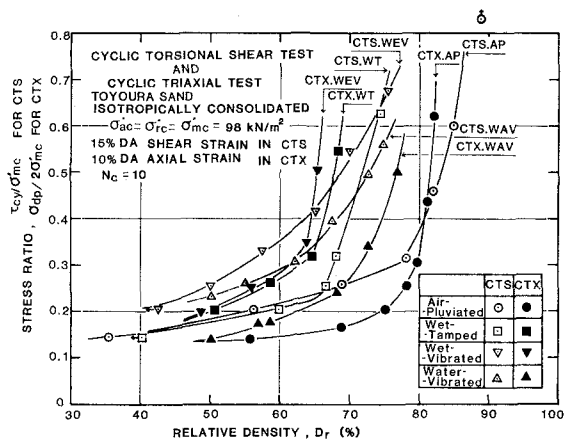


図1. 応力比と相対密度の関係 ($N_c=10$)

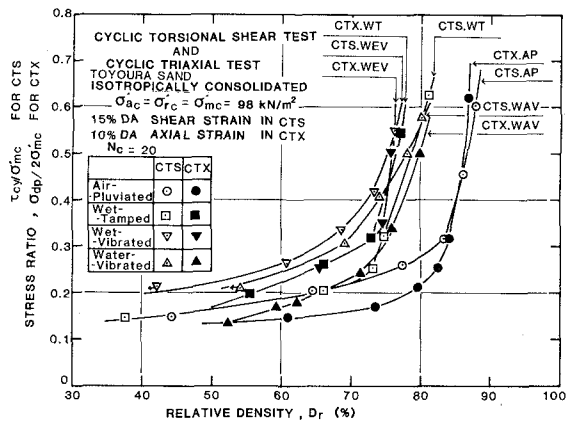


図2. 応力比と相対密度の関係 ($N_c=20$)

地盤をシュミレーションしたものである。これらの締固め方法の差は、繰り返し回数が少ない時点で明確に現れ
 るが、繰り返し回数が多くなるにつれ、締固め方法の差は打消され、人工的締固め法と自然堆積状態の2つに大
 別されてくるようである。図2より、APの急激な強度増加が見られる相対密度は約83%であり、その他WT、
 WEV、WAVでは約73%である。豊浦の場合、人工的締固め効果が、相対密度で83-73=10%分あったとい
 うことが言えよう。

2. ねじりせん断液状化強度に及ぼす K_0 圧密の影響

中空伏試体を用いるねじりせん断試験は、 K_0 圧密
 し、せん断中、平面ひずみ状態を保つことにより、
 原位置の疑似単純せん断変形のようにシュミレーシ
 ョンが行なえる。ここでは、 K_0 値を $K_0=0.52$ 等として
 異方圧密し、せん断中、軸方向を拘束(変位量/100
 mm以下)したねじりせん断試験をAP及びWTにつ
 いて行った。その結果を図1図2と同様に繰り返し
 回数10回と20回の応力比 τ_{cy}/σ'_{vc} の関係で示した
 ものが図3図4である。なお、同図には、等方圧密
 のねじりせん断試験の結果も示してある。これらの
 図から以下のことがわかる。

(1). K_0 圧密の影響は、図3では $D_r=65\%$ 、図4では
 $D_r=70\%$ 付近から顕著に現れるが、それ以下の密度
 では、等方圧密との差があまりない。このことから
 K_0 圧密の影響は、強度軸方向に対して見た場合、そ
 の線型性はなく、単に細い砂では、ほとんど影響を
 無視できるが、密な砂、特に液状化強度が急激に増
 加する地点以上の相対密度で大きな影響を示すとい
 うことが言える。

(2). 一斉、 K_0 圧密の影響は、等方圧密ねじりせん断
 試験から得られた強度曲線を相対密度軸方向に平行
 移動することで表現されるように見える。図3より
 等方圧密の強度曲線を相対密度軸にAPで約8%、
 WTで約3%平行移動することで K_0 圧密強度曲線と
 のよ一致がみられる。このことから、 K_0 圧密の影響は、密度軸に線型的であるとの見方ができる。

(3). K_0 圧密の影響は、AP、WTの異った試料作成法で、その影響度が異なることから、一義的な関係としては決
 定されないようである。試料作成法の相違による砂の内部構造の変化に関連性をもつのかもしれない。

<謝辞> 本研究は東京大学生産技術研究所で行ったものであります。村松正重氏(大成建設)、佐々木勉氏(根
 谷調査工事)、藤井信二氏(佐藤工業)には、貴重なデータを使用させて頂きました。原勝重氏(根谷調査工
 事)には、ねじりせん断試験機を改良して頂きました。また、山田真一氏、佐藤剛司氏には、実験手順等、御指
 導頂きました。未筆ながら感謝の意を表します。

<参考文献> 村松正重; 密な砂の非排水繰返しせん断特性, 東京大学修士論文
 佐々木ら; 振動三軸試験における試験条件が砂の液状化強度に及ぼす影響, 第16回土質工学会, 1981
 藤井ら; 砂の非排水繰返しねじり単純せん断強度に及ぼす伏試体作成方法の影響, 第17回土質工学会, 1982

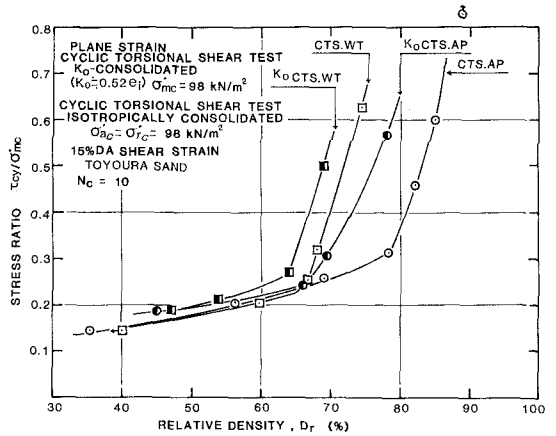


図3. 応力比と相対密度の関係 ($N_c=10$)

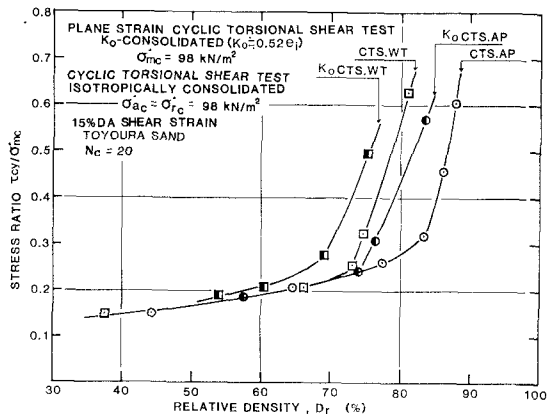


図4. 応力比と相対密度の関係 ($N_c=20$)