

Ⅲ－７ 吉野川砂の液状化強度におよぼす過圧密の影響

(株)アーバン・プロジェクト 正 会 員○神田幸正
徳島大学大学院 学生会員 野牧優達

1. はじめに： 著者らは、昨年度に繰返し三軸試験機を試作している。その際、試験機の再現性は試作試験機による豊浦標準砂の液状化強度を、過去に実施された全国一斉試験のそれと比較することで検証した¹⁾。本稿はこれに継続するものであるが、吉野川中流に位置する名田橋付近と河口にあたる小松海岸から採取した砂の液状化強度におよぼす過圧密の影響を、試作した繰返し三軸試験機により検討している。これは、本実験により得られた結果が類似の研究結果と整合するか否かで試作試験機の評価を行うことを目的に実施したものであり、試験方法は既存の研究^{例えば2)}を多く参考とした。なお、以後は検討試料をそれぞれの採取場所にちなみ名田橋砂・小松海岸砂と呼ぶこととする。また、過圧密履歴として過圧密比（OCR＝2，3）を与えている。

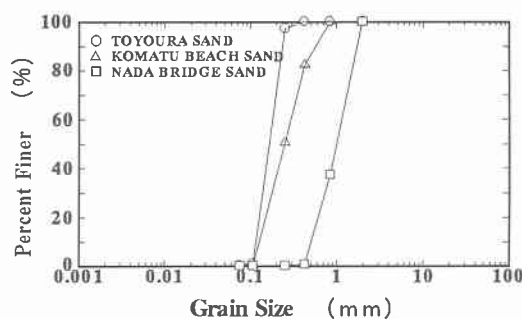
2. 検討試料： 名田橋

砂・小松海岸砂ともに 74 μm フレイで細粒分を洗い流しつつ、流水により不純物を取り除いてある。なお、名田橋砂は原粒度が

表－1 試料の物理特性

試料名	豊浦標準砂	名田橋砂	小松海岸砂
比重 G_s	2.635	2.688	2.756
平均粒径 D_{50}	0.140	1.000	0.220
均等係数 U_c	1.310	2.400	2.140
最大間隙比 e_{max}	0.975	0.810	1.083
最小間隙比 e_{min}	0.605	0.558	0.657

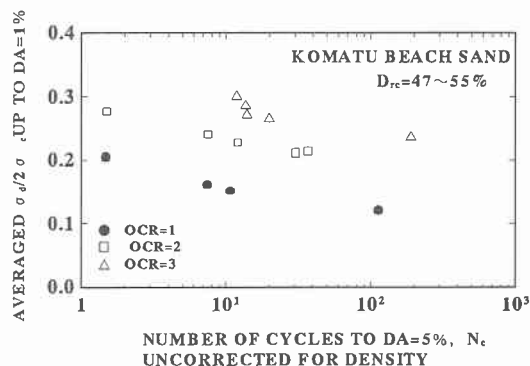
2mm 以上の粒径を多く含んでいたため、2mm フレイによるフレイ分けによりレキ分を除去した。試料の物理的性質を表－1に、図－1には粒径加積曲線を示す。なお、比較のために豊浦標準砂の値をそれぞれに併記している。



図－1 粒径加積曲線

3. 試験方法： 供試体寸法は高さ 100mm×直径 50mm であり気乾状態の名田橋砂・小松海岸砂を用いて空中落下法により作成している。供試体を三軸セル内にセットし、間隙空気を CO_2 で置換、脱気水を通水後、196kPa の背圧を加え飽和させた（B 値 0.96 以上）。続いて正規圧密（OCR＝1）の場合には、有効拘束圧 98 kPa のもとで等方圧密（約 30 分）し、周波数 0.1Hz の正弦波を繰返し荷重として載荷した。過圧密履歴は次のようにして与えた。すなわち、所定の過圧密比 OCR（ $\sigma'_p/\sigma'_{c0} = 2, 3$ ）に対応する先行圧密圧力で等方圧密（約 30 分）を与えた後、有効拘束圧 $\sigma'_{c0} = 98\text{kPa}$ のもとで等方的に膨潤（約 1 時間）させた。なお、供試体密度は圧密後（過圧密供試体では膨潤後）の相対密度 $D_{rc} = 50\%$ 、および 80% を目標（許容誤差 $\pm 5\%$ とした）に作成している。

4. 試験結果： 図－2は、 $D_{rc} = 50\%$ の場合の各過圧密状態（OCR＝2，3）にある小松海岸砂の液状化強度を正規圧密状態のそれと比較して示したものである。図は、軸ひずみ両振幅 $DA = 5\%$ に至るまでに必要な繰返し回数 N_c と、 $DA = 1\%$ に至るまでの繰返し応力振幅比の平均値（ $\sigma_d/2\sigma'_{c0}$ ）との関係で整理している。図より、過圧密比とともに液状化強度が増加する傾向がうかがえるが、この傾向は $D_{rc} = 80\%$ でもみられた。図－3は、名田橋砂の $D_{rc} = 50\%$ における結果である。



図－2 液状化強度におよぼす過圧密の影響

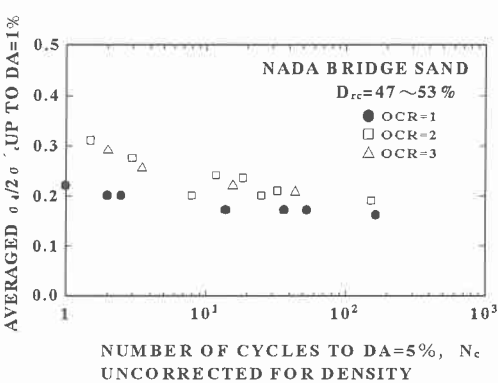
Effects of overconsolidation on the liquefaction characteristics of Yoshino sands: Yukimasa Kanda(Urban Project Co.,Ltd.),Yutatsu Nomaki(The Unive.of Tokushima)

名田橋砂では過圧密による強度増加はあるものの小松海岸砂に比べると少なく、また過圧密比による差異も明確でない。過圧密による強度増加を定量的に表現するためよく用いられるのが、過圧密による液状化強度増加率（ R_s ）である。ここに R_s は、「過圧密した供試体の液状化強度／正規圧密した供試体の液状化強度」で定義される。所定の $DA \cdot N_c$ における強度増加率 R_s と OCR には、豊浦標準砂などのクリーンな砂の場合、一義的な関係（両対数紙上での直線関係： $R_s = (OCR)^n$ ）があることが指摘されている³⁾。図－4 は小松海岸砂の R_s と OCR の関係であり、図－5 は名田橋砂のそれである。小松海岸砂にはクリーンな砂と同様に強度増加率と過圧密比の間に一義的な関係が認められるが、名田橋砂にはみられない。この要因はよく分からないものの名田橋砂の平均粒径が 1 mm と大きなことから、メンブレンの貫入が少なからず影響しているものと推測している。この根拠は時松ら⁴⁾による、「平均粒径 1 mm の粗砂ではメンブレン貫入の影響を考慮しない場合に、液状化強度がそれを考慮する場合に対して約 30%大きくなる」との指摘に基づいている。しかし、時松らの研究は正規圧密状態での検討であり、過圧密履歴を与えた場合にメンブレンの貫入がどの程度の影響をおよぼすかは定かでない。いずれにしてもメンブレンの貫入問題については今後の課題としたい。

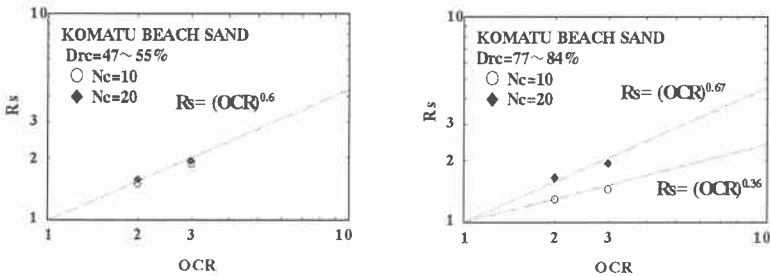
小松海岸砂では、過圧密比にともない液状化強度が増加しており、またその増加率（液状化強度増加率, R_s ）と過圧密比（OCR）には一義的な関係が認められた。この結果は既存の研究成果と整合するものであり、このことから試作試験機が標準的な試験機としての水準を十分に満たしているものと考えている。

5. おわりに： 本稿では、試作試験機の適用性を評価するために 2 種類の吉野川砂の液状化強度によらず過圧密の影響について検討した。ところで、最近になり加藤⁵⁾ が豊浦標準砂の過圧密による強度増加に、過圧密時に貫入したメンブレンが大きな影響をおよぼしている可能性があることを示唆している。これは非常に興味深いことであり、今後、過圧密の効果そのものについての再検討を行いたいと考えている。

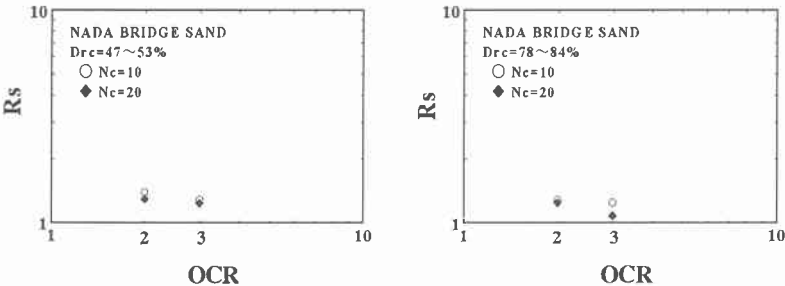
【参考文献】 1) 神田ら：繰返し三軸試験機の試作とその性能，土質工学会四国支部技術研究発表会講演概要集，pp.43-44，1997. 2) 三浦ら：過圧密による破砕性粒状体の繰返し非排水三軸強度の変化，第 30 回土質工学研究発表会講演集，pp.879-882，1995. 3) Tatsuoaka,F.,Kato,H.,Kimura,M. and Pradhan,T: Liquefaction strength of sands subjected to sustained pressure, Soil and Foundations,Vol.28,No.1,pp.119-131,1988. 4) Tatsuoaka,F., Kato,H., Kimura,M. and Pradhan,T : Liquefaction strength of sands subjected to sustained pressure, Soil and Foundations, Vol.28, No. 1, pp.119-131, 1979. 5) 加藤 進：砂の液状化強度における過圧密の影響，地盤工学会論文報告集，pp.147-151,1997



図－3 液状化強度によらず過圧密の影響



図－4 小松海岸砂



図－5 名田橋砂