

Ⅲ - A 100 ホルメン砂の液状化強度特性とRIコーン貫入試験による推定

京都大学防災研究所 正会員 ○三村 衛  
 京都大学大学院 学生会員 須崎貴裕  
 同 上 学生会員 西村正生

1. はじめに

ノルウェー・ドラメン市を流下するドラメン川に堆積した自然堆積砂地盤であるホルメン地区においてRIコーン貫入試験を実施し、その結果については既に報告した<sup>1)</sup>。本稿では、ノルウェー地盤工学研究所(NGI)によって同じ現場で採取された試料を用いて非排水繰返し三軸試験を実施し、液状化強度を求めて著者らが提案しているCPTに基づく換算Dr法<sup>2)</sup>による検証を行った結果について報告する。

2. RIコーン現地検層によるホルメン地区の土質特性

NGIが行った調査によれば、この地点は地表から30mにわたって均質な砂が堆積しており、土粒子密度はほぼ一定値で2.70となっている。ホルメン地区におけるRIコーン貫入試験結果を図-1に示す。地表面下-2mの地下水

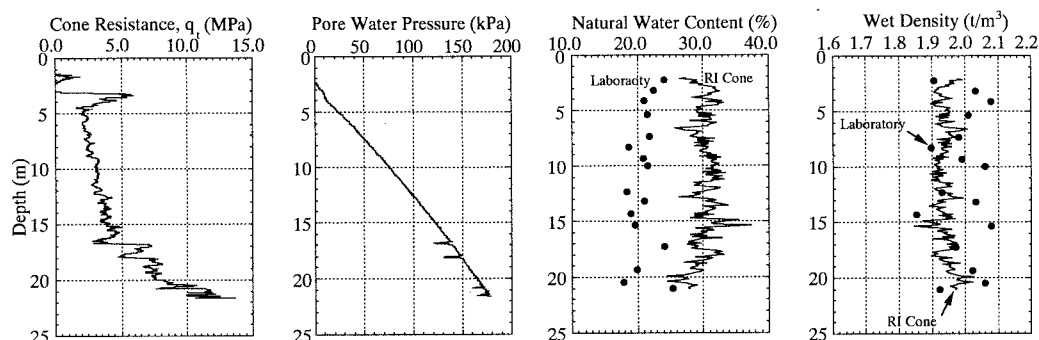


図-1 ホルメンサイトにおけるRIコーン貫入試験による検層結果

位以下では完全な静水圧分布を示していることから、同地点は均質な高透水性の砂地盤であることがわかる。また先端抵抗は深度17m付近までは4MPa以下と非常に小さく、その後緩やかに増加して20m付近では10MPaを越えている。RIコーン検層による自然含水比は、多少のばらつきはあるものの地表面から20mにわたってほぼ30%前後の一定値をとっており、ホルメン地区が非常に均質な砂地盤であることを示している。図中、比較のためにNGIがトリプルチューブによって採取したホルメン砂を用いて行った含水比の測定結果を併せて示した。サンプリングした砂の含水比はほぼ20%前後の値を示しており、実測値はRIコーン検層結果に比べてかなり低いものとなっていることがわかる。また同様に、湿潤密度も深さ方向にほぼ一定の値(1.9~2.0 $t/m^3$ )となっているが、採取試料による実測値は全体的にやや高めであり、やはり両者は一致していない。図-1に示すコーン貫入抵抗値から換算した原位置相対密度の分布を図-2に示す。深度5m付近から20m付近にかけて $Dr=25\sim35\%$

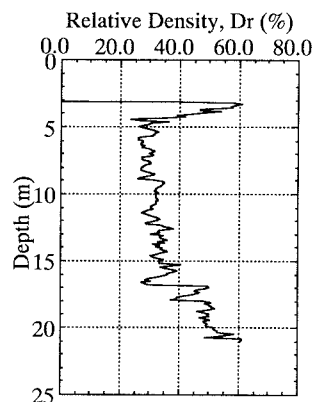


図-2 CPTによる原位置相対密度

キーワード: コーン貫入試験, 液状化強度, 自然堆積砂

という値をとっており、全体的に緩い地盤であることがわかる。

### 3. 再構成試料による室内試験結果

ホルメンサイトから採取された試料を用いて非排水繰返し三軸試験を行った。用いた砂の粒径加積曲線を図-3に示す。用いた試料は深度13.5mから採取したものであり、RIコーンの検層結果から求めた原位置相対密度の換算値(図-2参照)に基づいて、 $Dr=30\%$ となるように空中落下法によって供試体を作製した。拘束圧は原位置の深度相当の $137.3\text{kN/m}^2$ とし、過圧密履歴は与えていない。両ひずみ振幅5%で規定する液状化強度曲線を図-4に示す。同図より、ホルメン砂の20回相当の液状化強度は0.136となることがわかる。

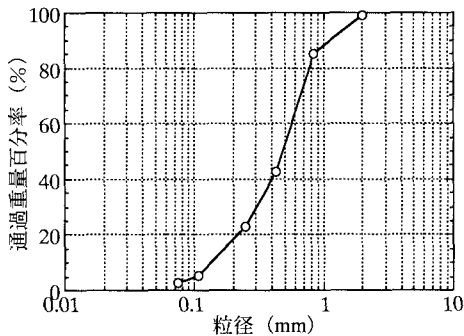


図-3 ホルメン砂の粒径加積曲線

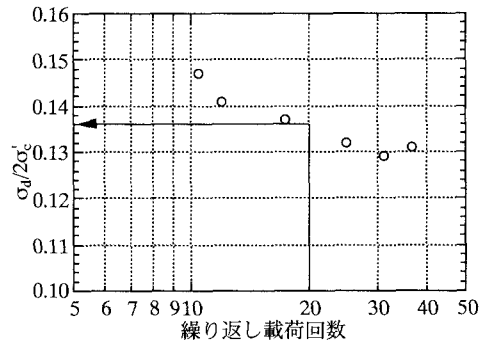


図-4 室内試験によるホルメン砂の液状化強度曲線

### 4. 換算Dr法による液状化強度の評価

著者らはRIコーンによる密度検層結果から算定される所定の深度の有効上載圧とコーン先端抵抗から原位置の相対密度を求め、不攪乱凍結試料に対する非排水繰返し三軸試験から求められる液状化強度と試料の相対密度の関係を合わせることによって、RI-CPTから原位置液状化強度を求める方法(換算Dr法)を提案し、緩い若齢埋地盤から比較的硬い自然堆積地盤に至る広範な砂地盤の液状化強度をコーン貫入試験によってかなり高い精度で予測できることを報告した<sup>2)</sup>。ホルメン砂地盤に対して換算Dr法によって原位置液状化強度を推定し、前節で示した室内液状化強度と比較検討する。換算Dr法で求めたホルメンサイトの原位置液状化強度分布を図-5に示す。RIコーン検層結果からも明らかのように、この地盤は緩い状態で低強度である。換算Dr法で求めた原位置液状化強度も5m以浅でやや高めの値をとるものの、それ以深は0.12~0.15といった非常に低い値を示していることがわかる。図中に原位置と同じ相対密度に調整した試料に対する室内非排水繰返し三軸試験による液状化強度をプロットしているが、換算Dr法で求めた液状化強度は室内試験結果を精度よく推定し得ていることがわかる。緩い砂地盤については、原位置の状態を把握し、その間隙比を室内で再現すれば妥当な液状化強度が得られることは埋地盤を例にとって既に報告されている<sup>3)</sup>。本研究において、自然堆積地盤であっても非常に緩い状態で堆積している場合には、埋地盤と同様、CPTによって原位置液状化強度をほぼ妥当に評価することが可能であることがわかった。

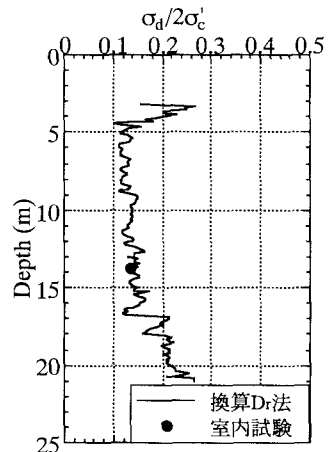


図-5 CPTによる液状化強度評価

参考文献：1)三村・吉村・ジュバスカ：第31回地盤工学研究発表会講演集，1巻，pp.439-440，1996. 2)三村・須崎：第34回地盤工学研究発表会投稿中，1999. 3)田中ら：土と基礎，第44巻，5号，pp.13-16，1996.