

Ⅲ - A134 過圧密履歴による地盤の液状化特性—石狩湾新港を対象として—

北海道開発局小樽開発建設部 正会員 原田 卓三
同 上 鈴木 泰弘
基礎地盤コンサルタンツ(株) 正会員 斉藤 和夫

1. はじめに

石狩湾新港の公共岸壁は、中央地区は掘込方式により、東地区は浚渫・埋立方式により建設されている。地盤は均一な粒径の沖積砂が厚く堆積しており、地震時の液状化に対する調査・検討が実施され、特に中央地区は過圧密状態となるため種々の検討が加えられている。過圧密履歴が液状化特性に大きく影響することは良く知られているが、原位置より採取された不攪乱試料において過圧密状態が液状化特性に及ぼす影響に関する報告例は少なく、研究レベルのものが数編報告されている。本論文では、原位置より採取された不攪乱試料に対して繰返し三軸試験を行い、過圧密履歴の違いが液状化特性に及ぼす影響について検討を行った。

2. 試験方法

石狩湾新港の土層構成を図-1に示す。各土層の中で液状化する可能性が特に高いのは A_{s1} 層で、平均 N 値は10前後であり、粒径も均一なものとなっている（図-2）。本論文ではこの A_{s1} 層に着目し、試験結果をとりまとめた。

中央地区は浚渫・掘削により建設される岸壁で、完成後は岸壁前面・背面ともに地盤の地中応力は過圧密状態となり、特に前面においては大きな過圧密比となる。ここで、過圧密比 OCR は式(1)で規定される。東地区は埋立方式で建設する岸壁で、前面では浚渫により過圧密状態となるが、背面は埋立により正規圧密状態となる。表-1に試験箇所の OCR の範囲を示す。

$$OCR = \frac{\text{調査時の現地盤標高での有効土被り圧}}{\text{岸壁完成時の地盤高での有効土被り圧}} \quad (1)$$

表-1 試験箇所の OCR の範囲

地区名	位置	OCR
中央地区	前面	1.2~4.7
	背面	1.2~4.4
東地区	前面	1.4~2.0

本論文での繰返し三軸試験による液状化強度の測定は、ひずみ両振幅 $DA=5\%$ を液状化の基準として、繰返し載荷回数20回で液状化する繰返しせん断応力比 $(\sigma_d/2\sigma'_c)$ を算定し、液状化強度を求めた。

3. 試験結果

過圧密比 (OCR) と繰返し三軸試験による液状化強度比 $R_l (= \sigma_d/2\sigma'_c)$ の関係を図-3に示す。これによると、OCR の増加に伴って液状化強度比 R_l が比例的に増加する傾向があることがわかる。この OCR と液状化強度比 R_l の関係を定量的に検討するため、過圧密による液状化強度増加率 R_s と OCR の関係を図-4に示す。ここで、液状化強度増加率 R_s は過圧密状態での液状化強度を正規圧密状態での液状化強度で除したものである。正規圧密状態での液状化強度比は図-3より $R_{lm} = 0.2$ とした。龍岡ら¹⁾は、砂の液状化強度増加率 R_s は OCR の指数乗に比例するとしており、その関係は式(2)で示される。

$$R_s = (OCR)^m \quad (2)$$

式(2)に図-4の試験結果をあてはめると、乗数としておよそ $m = 0.3 \sim 1.0$ が推定され、平均すると $m = 0.6$ となる。標準砂を使用した室内実験では $m = 0.5$ が報告されているが、ばらつきはあるものの、それに近い結果が得られた。標準砂による室内実験での結果 ($m = 0.5$) に対し、今回の試験では $m = 0.6$ と乗数が大きな値となった理由として、実験室内における短時間の過圧密履歴と比較すると、原位置で受けた長期的な過圧密履歴の方が液状化強度により大きな影響を及ぼすためであると考えられる。なお、試験結果にかなりのば

キーワード 繰返し三軸試験、液状化強度増加率 R_s 、過圧密比 OCR

〒047 小樽市築港2-2 TEL 0134-22-6131 FAX 0131-25-1947

〒003 札幌市白石区菊水7条2-7-1 TEL 001-822-4171 FAX 011-822-4727

らつきがみられたが、その理由として、試料の土質・密度の違いや繰返し三軸試験時の拘束圧の違いの影響などが考えられる。詳細については今後の課題とする

以上の結果から、過圧密比 $OCR=2\sim4$ の場合、過圧密地盤の液状化強度として正規圧密地盤の $1.5\sim2.3$ 倍の強度が期待できると考えられる。過圧密地盤の液状化強度が大きくなる理由は明確にされていないが、平均 N 値 10 程度の地盤であっても、粒子構造の安定化や長期的な圧密に伴う土粒子間のセメンテーション効果などが考えられる

3. まとめ

石狩湾新港を対象として、繰返し三軸試験により、過圧密履歴が液状化特性に及ぼす影響について検討した結果、過圧密による液状化強度増加率は、攪乱試料による室内実験で得られた結果に適用すると、

$$R_s = (OCR)^{0.6} \quad (4)$$

と表され、原位置の不攪乱試料によって砂地盤の液状化特性が確認された。

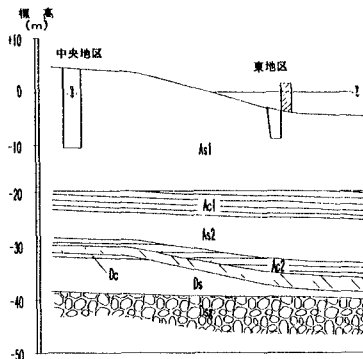


図-1 土層構成図

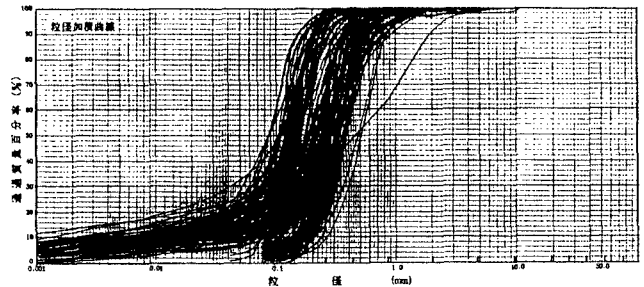


図-2 粒度分布(A₁層)

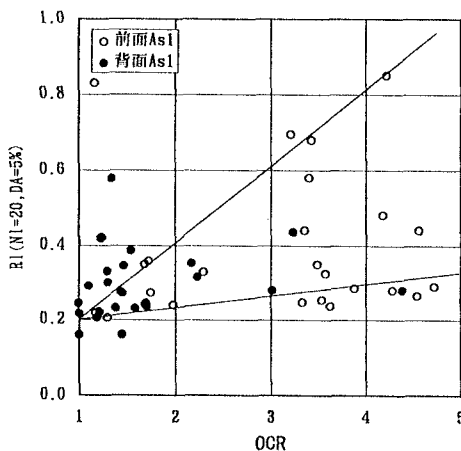


図-3 過圧密比 OCR と液状化強度比 R_1 の関係

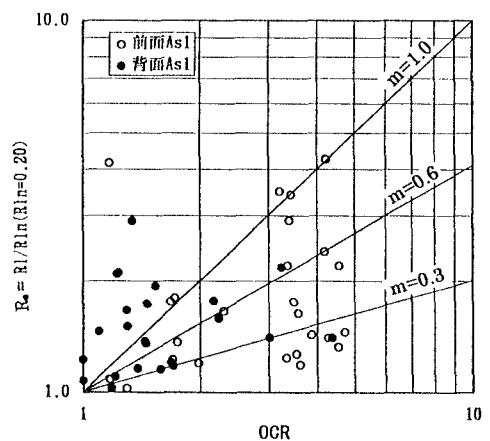


図-4 過圧密比 OCR と液状化強度増加率 R_m の関係

<参考文献>

1) Tatuoka, Kato, Kimura, Pradhan (1988): "Liquefaction strength of sands subjected to sustained pressure"

Soils and Foundations Vol.28 No.1 pp.119-131

2) 埋立地の液状化ハンドブック：(財)沿岸開発技術研究センター、1993