

人工地震による液状化地盤のR Iコーンを用いた地盤物性調査

独立行政法人 港湾空港技術研究所 正 田中政典 姜 敏秀
 京都大学 防災研究所 正 三村 衛
 ソイルアンドロックエンジニアリング(株) 正 吉村 貢

1. はじめに

2001年11月13日に北海道十勝港埋立地において港湾・臨海部都市機能の耐震性向上に関する実物大実験が実施された（詳細は他の報文¹⁾を参照されたい）。この実験では試験ヤード全体に5mメッシュで爆薬をGL.-3.5mと-8.0mに配置し、発破による人工地震を発生させた。地盤はほぼ全域で噴砂・噴水が見られ、液状化した。筆者らは人工地震の前後で、R Iコーン貫入試験を実施し、液状化発生に伴う地盤の強度と密度の変化について検討した。

2. 試験状況

4つの装薬点に囲まれた5m四方の1つのブロックに、事前2点、事後2点のR Iコーン貫入測点を互いの影響がない2m程度の間隔に配置した。事後においてはこのブロックも噴砂・噴水の形跡があった（図-1）。各測点で電気式3成分コーン+自然線の測定、および密度測定からなるR Iコーン貫入試験を実施した。対象が飽和領域であるため、土粒子密度を用いて、含水量を算定することとし、中性子水分計は適用していない。



図-1 試験状況（事後）

3. 試験結果

三成分コーン測定結果を図-2に示す。事前-1ではセンサトラブルでGL.-1.3m以深の周面摩擦 f_s のデータが得られていない。このことを差し引いても三成分検層図（図-2）には前後の地盤に明らかな変化が認められる。事前 事後で先端抵抗 q_t (GL.-3.0m以浅)と周面摩擦 f_s の低下があり、地盤の液状化による支持

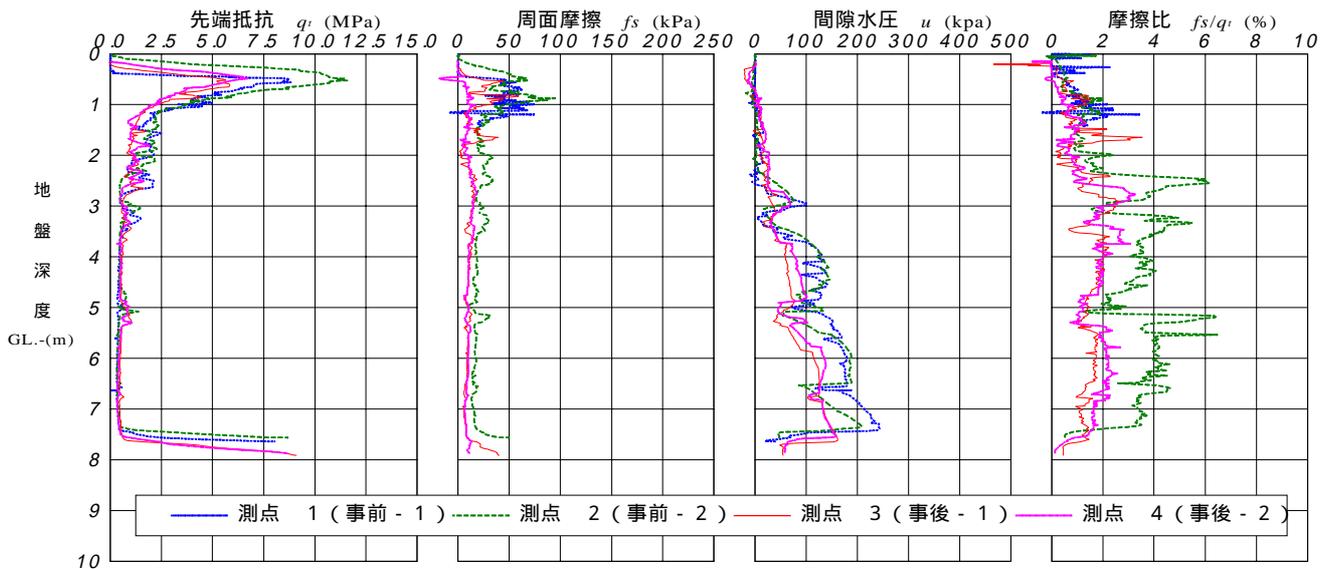


図-2 R Iコーン貫入試験結果 [三成分コーン測定結果]

キーワード：液状化、原位置試験、コーン貫入試験、R I、土質定数

連絡先：〒561-0834 豊中市庄内栄町 2-21-1 Tel. 06-6331-6031 Fax 06-6331-6243

力低下を裏付けている。また、間隙水圧 u の過剰分の減少があり、液状化に伴う地盤の均質化などの構造変化があったことを示唆している。図 - 3 に R I コーンによる測定結果を示す。液状化発生によって強度低下が認められたことから、密度や含水比といった物性値も変化したことが期待されたが、測点 1（事前）だけ GL.-5m 付近で密度がわずかに低く、他とプロフィールが異なっている点を除いて、前後合わせて 4 点共、およそ GL.-2.8m 以深のプロフィールはほぼ一致している。人工地震による地盤の乱れはこれより浅い部分に生じているように見える。ただ、この領域は標高から水面より上で埋め立てられたと考えられており、水中での堆積に比べ元々不均質になっていたとも考えられる。これらのことを考えると噴砂・噴水があった液状化地盤も、土の構造がわずかに変化して強度は低下したが、密度にはほとんど変化がなかったと推察できる。

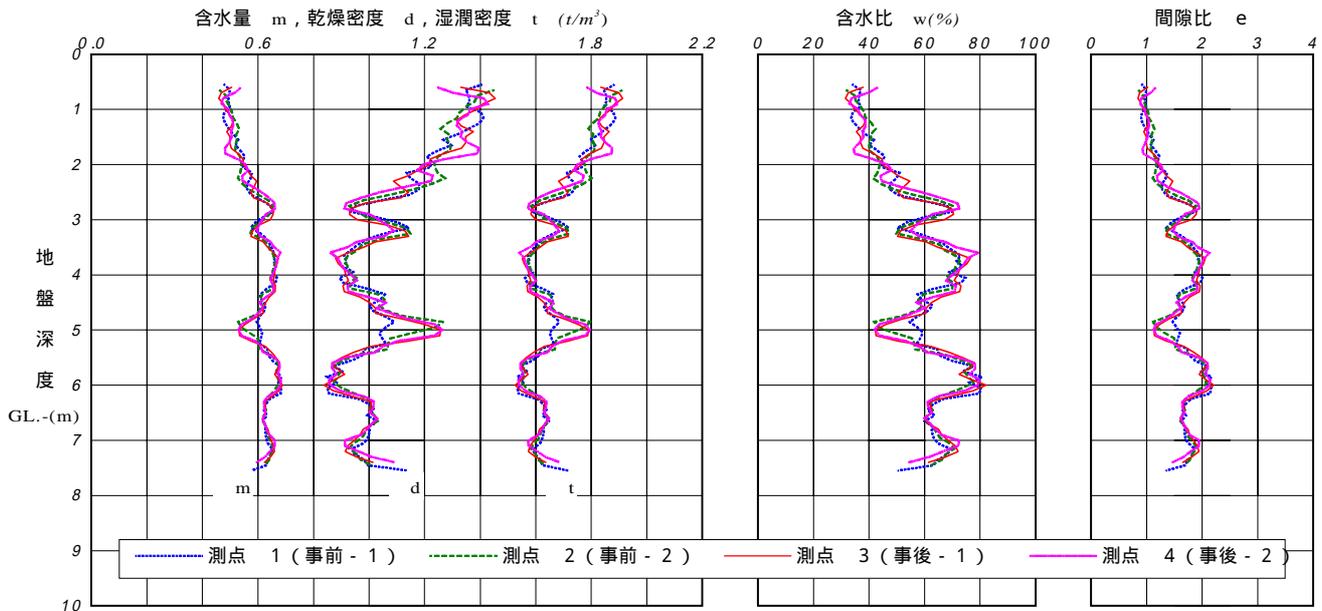


図 - 3 R I コーン貫入試験結果 [密度測定結果]

4. 考察

貫入試験を実施した 5 m × 5 m のブロックでは 2 箇所に噴砂丘があった。その大きさは直径 2 m 弱、高さ 10 cm 程度であった。これから噴砂量を見積もり、噴水の量を同程度と考えると、地盤から噴出した物質量は 0.4m^3 になる。これがブロックの上位 3m の領域から噴出したものと考えると乾燥密度にして約 0.5%、 $0.003\text{t}/\text{m}^3$ の増加に相当する。密度増加としては極めて小さく、噴砂・噴水があっても地盤自体の物性はそれほど変化しないと考えてよいと思われる。ただし、現実にはブロック内全域が液状化したのではなく、局所的に液状化した部分が地盤の弱部から噴出したものと考えられるため、今回の測点では液状化による地盤物性の変化が大きい領域から外れていた可能性もある。しかし、三成分コーンの測定値には人工地震前後の変化が認められることから今回の測点でも何らかの影響があったことを否定できない。上述したように土の構造がわずかに変化したために強度の低下を生じたが、密度についてはあったとしても極めてわずかなもので、液状化による大きな変化は認められなかった。

5. まとめ

人工地震で液状化現象を生じた地盤は、その前後で強度の低下が認められたが、密度や含水比といった物性値にはほとんど変化が認められない。このことから噴砂・噴水を生じた地盤であっても密度や間隙という意味での構造変化はわずかしかないと推察できる。最後に、実施に際して協力いただいた関係各位に深く感謝の意を表します。なお、本報告は、(独立行政法人)港湾空港技術研究所を中心として行われた港湾・臨海部年機能の耐震性向上に関する実物大実験のうち、R I コーン貫入試験を取りまとめたものである。

参考文献：1) たとえば、小濱英司：港湾・臨海部都市機能の耐震性向上に関する実物大実験、「土と基礎」