格子状改良地盤におけるマイクロバブル水液状化対策実証実験

正会員	○永尾	浩一
正会員	塚田	義明
正会員	神宮司	一 元 治
正会員	中澤	博志
正会員	末政	直晃
	正会員 正会員 正会員 正会員 正会員	 正会員 ○永尾 正会員 塚田 正会員 神宮司 正会員 中澤 正会員 末政

1. はじめに

東北地方太平洋地震での関東地方沿岸部の多大な液状化被害を受け,浦安市において戸建て住宅を対象とし た液状化対策の実現可能性の検討がなされた¹⁾.マイクロバブル水液状化対策(不飽和)工法もその対策工法 の一つとして,狭隘な場所での施工や効果についての確認を行う目的で,浦安市の実地盤において,セメント モルタル杭地中連続壁に囲まれた地盤にマイクロバブル水(以下 MB 水)を注入し,施工性や耐久性の確認を 行った.また,持続的な改良効果を目的とし,MB 水注入をした地盤に対し,再度 MB 水注入を実施した.

2. 実験概要

試験は、千葉県浦安市の運動公園の敷地内にてお こなった. 試験地盤は、GL.-6m までは 1965~1975 年に埋め立てられた浚渫地盤であり、細粒分を多く 含むN値0~8のシルト質砂地盤である.GL.-6~13m は、旧海底面下のN値最大6~15の細砂地盤である. 図-1に各層の粒径加積曲線を示す.

実験平面図を図-2 に示す. MB 水注入箇所は, 直径 φ200mm のセメントモルタル杭連壁で深さ GL.-13m まで格子状に囲まれた 4m×4m の連壁内地盤である.

MB 水は、水道水を用いマイクロバブルジェネレー ターにて生成した. MB 水注入方法は、多点注入結束 細管を採用し、通常の鉛直注入2箇所(MB1, MB2)に 加え、既設住宅下の地盤改良を想定し、傾斜角80° の斜め注入(MB3, MB4)の計4箇所から注入した.

実験断面図を図-3 に示す. 注入深度は, 上から GL.-3.5m, -4,5m, -5.5m, -6.5m, -7.5mの5 深度と し, 再注入では, GL.-2m~4m付近に細粒分の多い層 が存在するため, GL.-5.5m, -7.5mの2 深度とした.

MB水の生成・注入圧は、0.5MPa,流量を注入箇所 1箇所当たり1~3ℓ/min程度とした.

改良効果の指標となる地盤内飽和度は,挿入式の TDR 土壌水分計にて計測した.計測箇所は,図に示す TDR1~TDR4 の合計4箇所とした.

飽和度 Sr は, 注入前の飽和度を 100%と仮定し, 変 化式 Sr = ($\theta \cdot \theta_0$) / $\theta \times 100$ より算定した.

ここで、Sr:飽和度(%)、 θ :計測体積含水率、 θ_0 :

初期体積含水率(MB水注入前計測値)である.

また, 簡易的に不飽和が判定出来る工法として, ピエゾドライブコーン (PDC) およびコーンロッド 式比抵抗電気探査による計測も試みた.







3. 実験結果

各注入箇所同時に注入することが出来たが、連壁で閉鎖された地盤ということもあり、注入するにつれ、注入・計測孔の管周辺からリークが発生した.リーク箇所は、初注入は、MB1、MB2、MB4、TDR1、TDR4、再注入では、注入孔 MB1、MB3 の注入管周辺であった.また、再注入では、管閉塞の懸念があったが、注入可能であった.但し、細粒分の多い箇所では、注入圧力が大となる傾向となった.TDR2 および TDR3 の飽和度の深度分布を図-3 に示す(TDR1、TDR4 はリークのため除外).初注入では、90%以下まで飽和度が低下を確認し、再注入でも飽和度低下を確認できた.但し、細粒分が多い深度は、飽和度の低下割合が低くなる傾向となった.

初注入での PDC と比抵抗電気探査の結果を図-4 に示す. N_{d1} 値は、事前事後で変化は見られなかったが、良い再現性があることがわかった.一方、計測された過剰間隙水圧のピーク値 ΔU_{max} は、注入前後で変化が認められた.また、比抵抗計測変化は見られなかったが、地下水変化の影響を受けず再現性があることはわかった.

図-5 は、注入層の平均飽和度と1箇所あたりの注入量及び径時変化の関係である.初注入、再注入にとも ない飽和度が徐々に低下することがわかる.注入後の飽和度は、約半年間で10%程度上昇した.途中飽和度の 急激な上昇が見られるが、不明な調査形跡があり何らかの外的要因により変化した可能性がある.

なお, 沈下に関しては, 初注入時および再注入時において変化がなく, 隆起もなかった. 但し, 半年経過時 点において, 全体で平均 8mm 程度の沈下が見られ, 注入時のリークによる影響と考えられる.

4. まとめ

格子状連壁内での MB 水注入・再注入を実証した. 細粒分の多い地盤は,注入が難しく,計測孔からのリー ク対策や地盤全体の飽和度を把握する必要があり,今後施工法や調査手法を検討する必要がある.

謝辞:実験にあたりご指導・ご協力をいただいた浦安市都市整備部市街地開発課をはじめ,多点注入法適用に 協力いただいた強化土エンジニヤリング,都市大鈴木君,徳山君および関係者の方々に感謝の意を表します.

参考文献

1) 浦安市ホームページ, <u>http://www.city.urayasu.chiba.jp/menu12095.html</u>