

## 格子状地盤改良と薬液改良の複合による液状化抑止効果

(株)竹中土木 技術・生産本部 正会員 森 守正  
 (株)竹中工務店 技術研究所 内田 明彦  
 (株)竹中土木 技術・生産本部 正会員 近 信明

### 1. はじめに

深層混合処理による格子状地盤改良は、原地盤を格子状改良地盤で拘束することによりせん断変形を低減させ液状化の発生を抑止する液状化対策工法の一つである。一方、浸透固化処理工法のような恒久的な溶液型薬液を原地盤に注入し、比較的低強度な改良体を造成する液状化対策工法については、これまで様々な研究がなされ、多くの施工実績もあるが、そのほとんどは原地盤を全面改良することを前提としている。

本研究では、深層混合処理による格子状改良地盤の内側に、恒久的な溶液型薬液による比較的低強度な壁体を配置することで、液状化の抑止効果が向上するかを遠心振動実験で確認したので報告する。

### 2. 薬液改良砂の一軸圧縮強度・液状化強度

遠心模型実験に先立ち、薬液を注入した改良砂の繰返し三軸試験を行い、薬液濃度が液状化強度へ及ぼす影響について調べた。三軸試験は、相対密度  $Dr=50\%$  の豊浦砂に対して薬液濃度を 3%、5%と変化させた 2 ケースで行った。薬液は水ガラス系の注入材を使用し、モールドに空中落下法で作成した供試体に薬液を浸透させた。養生期間は 28 日とした。図-1 に液状化強度曲線を示す。DA=5.0%、繰返し回数  $N_c=20$  における応力振幅比は未改良砂で 0.12、3.0%改良砂で 0.23、5.0%改良砂で 0.36 程度となり、薬液濃度が大きいほど液状化強度が高くなっている。

また、同じ条件の供試体について一軸圧縮試験を行った。図-2 に応力-ひずみ曲線を、表-1 に一軸圧縮強度  $q_u$  と変形係数  $E_{50}$  を示す。薬液の濃度が大きい方が一軸圧縮強度・変形係数がともに大きい。格子状改良地盤に用いるセメント系固化材による改良砂と比較すると  $q_u$  で 1/20 ~ 1/30、 $E_{50}$  で 1/30 ~ 1/80 程度と非常に小さい値となる。

### 3. 遠心振動実験の概要

格子状改良と薬液改良による改良地盤の液状化防止効果を把握するために、遠心振動実験を行った。図-3 にモデル地盤概要を示す。モデル地盤は、L800×W530×H240mm のせん断土槽内に作成した。壁厚 20mm、160×160mm の格子を 3 つ配置した格子状改良地盤において、それぞれ格子 : 未改良、格子

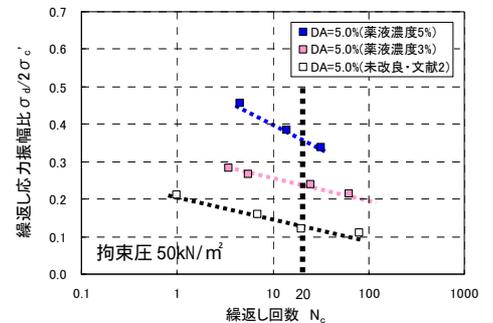


図-1 繰返し三軸試験結果(Dr=50%)

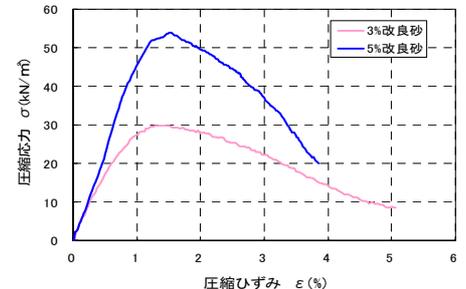


図-2 応力-ひずみ曲線

表-1 一軸圧縮強度および変形係数

	$q_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{50}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
3%改良砂	29.8	1.8
5%改良砂	54.0	4.6
セメント系固化材による改良砂(文献3)	1000	150

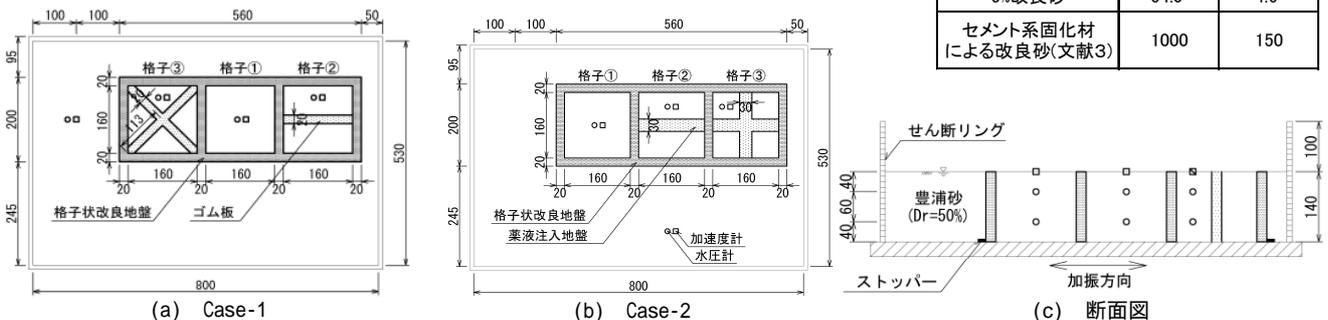


図-3 モデル地盤概要(単位: mm)

キーワード: 液状化 深層混合処理 地盤改良 薬液

連絡先 : 〒270-1395 千葉県印西市大塚 1-5-1 竹中技術研究所 TEL0476-47-1700

：薬液注入あるいはゴム板による(-)型壁体、格子：(+), (×)型壁体、を配置した。ゴム板の初期剛性  $E_0$  は  $0.14\text{MN/m}^2$  で、薬液による改良砂よりも小さい。格子状改良地盤はポリカーボネイト製で、密度 ( $1.9\text{g/cm}^3$ ) と初期剛性 ( $E_0$   $2100\text{MN/m}^2$ ) は、セメント系固化材による改良砂とほぼ等しい。薬液改良地盤は格子内の未改良地盤全体に濃度 3%の薬液を注入し、14 日の養生期間後に削り出して作成した。ゴム板の厚みは 20mm、薬液改良砂の厚みは 30mm とし、ゴム板は伸縮性により格子状改良体と密着している。未改良地盤は豊浦砂を用いて、空中落下法により  $Dr=50\%$  を目標に作成した。モデル地盤作成後、土槽を真空脱気槽に入れ、間隙流体としてシリコンオイル(水の粘性の 50 倍)を注入し地盤の飽和を行った。地下水位は地表面とし、水圧計を深さ 40mm と 100mm の位置に設置した。加速度計は図-3 に示すようにそれぞれの未改良地盤上の地表面に設置した。

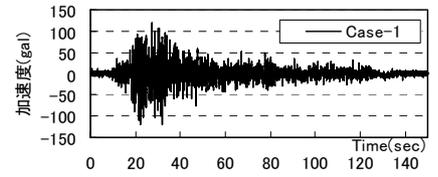


図-4 入力地震波

実験は 50G の遠心場で行った。入力地震波の波形を図-4 に示す。時刻歴は prototype 換算で表示している。地震波は人工地震波である臨海波で、振幅はせん断土槽底板で 120gal となる入力とした。

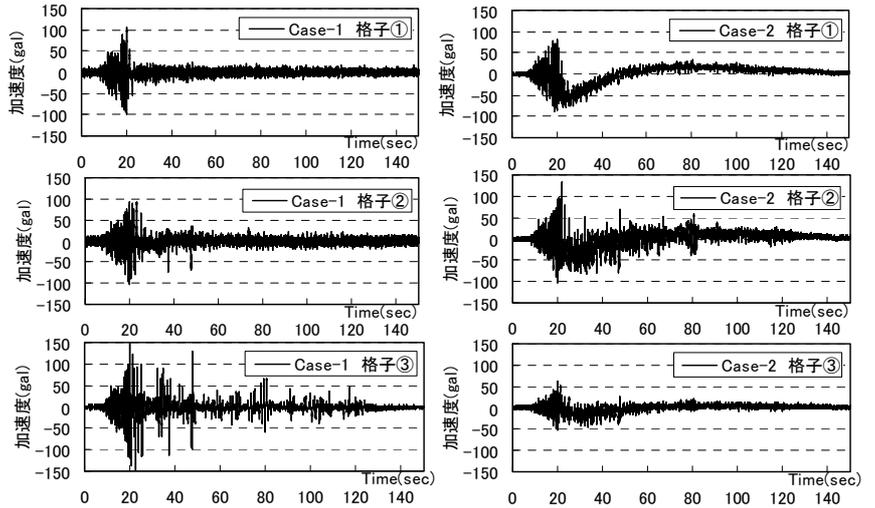


図-5 格子内地盤の地表面応答加速度時刻歴

4. 実験結果

各格子内地盤の地表面応答加速度の時刻歴を図-5 に示す。また、深さ 100mm における過剰間隙水圧比の時刻歴を図-6 に示す。Case-1 の格子 ①以外では過剰間隙水圧比の上昇により 20 秒以降で加速度応答の低減が見られる。過剰間隙水圧比の時刻歴より、Case-1 においては薬液改良壁の有無が液状化防止効果に影響しているが、Case-2 については全ての格子内地盤において過剰間隙水圧比が 1.0 に達した。これは、薬液改良砂の剛性が深層混合処理工法の改良体に比べてかなり小さく、薬液改良砂で作成した壁状の改良体では、地盤のせん断変形抑止効果が十分に期待できないためと考えられる。

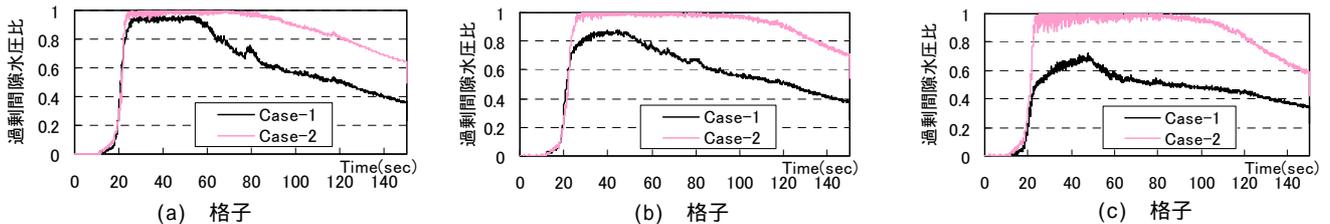


図-6 格子内地盤の過剰間隙水圧時刻歴

5. まとめ

今回の実験成果をまとめると以下の事が言える。

薬液を注入した改良砂においては、薬液の濃度と一軸圧縮強度・液状化強度の間で相関が見られる。

格子状地盤改良の中に低強度の壁体を配置しても、液状化防止効果を向上させることは難しい。

今後は、薬液による改良形状が液状化防止効果に及ぼす影響について検討を行う予定である。

最後に、本実験を行うにあたり水ガラス系注入材の提供およびモデル地盤作成について助言を頂いたライト工業株式会社様に深く感謝します。

【参考文献】

- (1) 例えば鈴木吉夫ほか：格子状改良地盤の液状化抑制効果に関する遠心模型振動実験、第 33 回地盤工学研究発表会、pp.845-846、1998
- (2) 山本陽一ほか：砂および粘土の繰返しせん断強度に基づく有効応力モデルとその液状化解析への適用、土木学会論文集 No. 561、pp295-308、1997
- (3) 改訂版 建築物のための改良地盤の設計および品質管理指針、日本建築センター、pp216、2005