

模型地盤における火薬を用いた人工液状化実験

佐藤工業(株)
関東学院大学

正 永尾浩一 前田幸男
正 規矩大義 福西武識

1. はじめに

衝撃締固め工法（SDM 工法）は、地中内に装填した火薬を爆発させることにより地盤の骨格構造を破壊し、人工的に液状化状態を作り、その後の間隙水の排水と再堆積によって地盤を密実化させ、液状化強度を高める工法である。これまでに試験施工¹⁾と現場実験²⁾を実施してきたが、より効率的な発破による締固め効果を得るためには様々な発破条件が及ぼす影響をさらに検討する必要がある。しかし、実フィールドでの実験では用地、費用など制約があるため、土槽レベルの実験により試験を行った。

2. 実験概要

試験概要を図-1示す。実験は円筒形の土槽（直径 1,550mm、高さ 790mm）を用い、2mm のふるいを通した霞ヶ浦砂（ $e_s=2.626$, $e_{max}=0.876$, $e_{min}=0.157$, $D_{50}=0.333mm$ ）を土槽底版部より水を噴き上げボイリングし攪拌させた後、水中堆積させ作成した。ボイリング後の土槽の相対密度は $Dr=60\%$ であった。地下水位は固定できるように側面に排水口を地表面両端に設けた。発破は静的破壊材の着火具を使用し、発破装薬条件を変え実験を行った。

表-1 に試験条件を示す。CASE1~3 は単 1 孔（土槽中心）、CASE4,5 は 2,4 孔（同一円周上）とし、所定の深度に着火具を配置（装薬）した。CASE1~4 は着火具（火薬）2 個、CASE5 は 4 個使用し、CASE1 のみ 2 個の着火具を同時に点火し、CASE2~5 は各着火具を時間差を設けて点火（発破）させた。なお、単 1 孔発破 CASE1~CASE3、多孔発破 CASE4~CASE5 はそれぞれ模型地盤作成後連続して試験を行った。

計測は土槽底部(PWP1)、土槽側面 2ヶ所（土槽深さ 250mm(PWP2)、550mm(PWP3)）の水圧と、地表面での水平・鉛直方向加速度(ACC1,ACC2)、さらに水位計測管を用い水位観測を行った。また、発破終了後排水口からの水の流出量と土槽表面の沈下量も測定することで体積変化を求めた。

3. 試験結果

過剰間隙水圧の測定結果を図-2 から図-6 に示す。1 段階発破の CASE1（図-2）を見ると、過剰間隙水圧 P は発破により急激に上昇した後、水圧が残留し、その後徐々に消散されている。また、CASE2~5（図-3~6）では、発破毎に衝撃圧が生じ段階的に間隙水圧 P が蓄積されていくことが分かる。図-7 に各発破ごとの衝撃水圧 P_{max} と P_{max} 発生後に蓄積される水圧の上昇値 P との関係を示す。 P は 2 段階発目に大きな上昇を示した。図-8 には P_{max} と各発破までに残留する水圧 P の関係を示す。 P は P_{max} が大きいほど大きくなり、 P , P_{max} とともに増加する傾向となった。

図-9 に過剰間隙水圧比と発破エネルギーの指標となるスケールディスタンス R_w ($R_w=R/W^{(1/3)}$ ここで R : 離隔, W : 装薬量) との関係を示す。同図より薬量の違いはあるが室内実験結果は現場実験と同様の傾向を示すことが確認された。また、試験前後行ったコーン貫入試験では土かぶり小さく有効拘束圧が小さいにも関わらず、土槽表面が

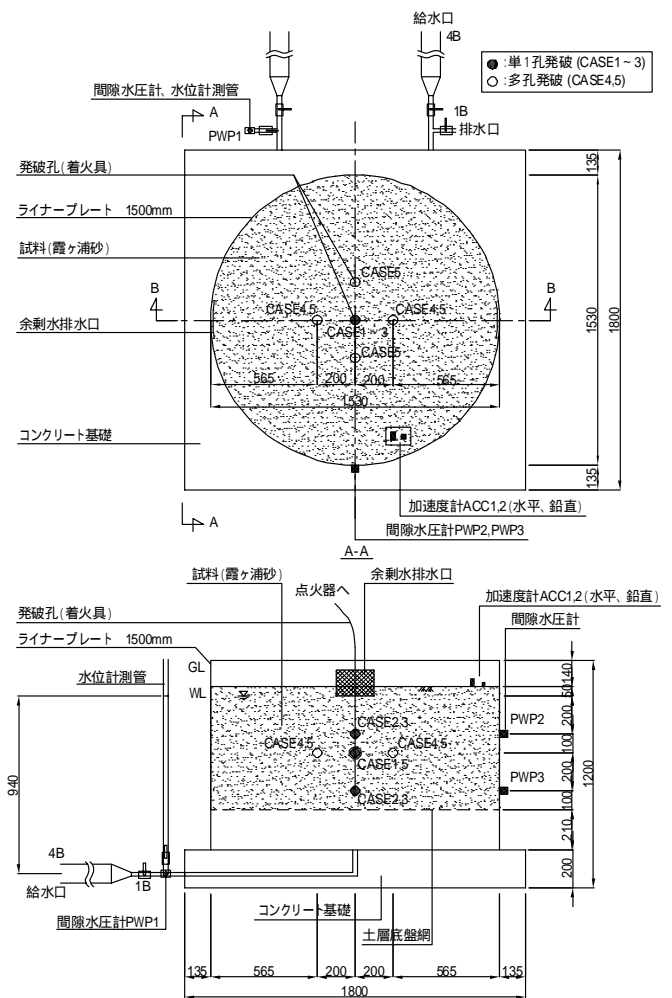


図-1 実験概要

表-1 試験条件

試験ケース	装薬条件	装薬深度(上)	装薬深度(下)
CASE1	単1孔1段2個(同時発)	350mm	-
CASE2	単1孔2段(下 上段発)	250mm	550mm
CASE3	単1孔2段(上 下段発)	250mm	550mm
CASE4	2孔1段(2段発)	350mm	-
CASE5	4孔1段(4段発)	350mm	-

キーワード：発破，段階発，液状化，過剰間隙水圧，模型地盤

連絡先：〒243-0211 神奈川県厚木市三田 47-3 TEL：046-241-2171 FAX：046-241-2176

ら 10～30cm 付近でコーン貫入抵抗の増加傾向が確認された。地表面加速度は最大値は単 1 孔発破時（CASE1）で 478gal，4 孔発破（CASE5）2 段発時で 410gal となった。

4. まとめ

本実験により，着火具を用いた模型地盤実験においても既往現場実験と同様に水圧変化や液状化時の地盤変化を発生させることが分かり，発破による液状化現象を土槽レベルで再現できることが確認できた。今後，発破仕様（秒時差）が間隙水圧発生に及ぼす影響を調べるとともに，小薬量の発破による振動低減対策などについても検討する予定である。

参考文献

- 1) 辻野，前田，中嶋：発破締固め工法の液状化対策への適用性に関する現場実験，電力土木，No.287，pp.108～112，2000
- 2) 永尾，前田，規矩，河野，菅野：発破による原位置人工液状化予備実験，第 57 回土木学会年次講演会講演概要集，pp.1049～1050，2002.9

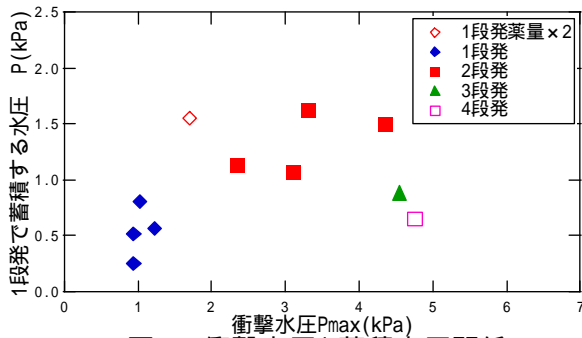


図-7 衝撃水圧と蓄積水圧関係

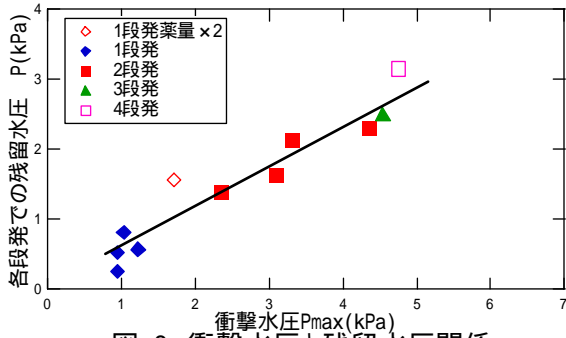


図-8 衝撃水圧と残留水圧関係

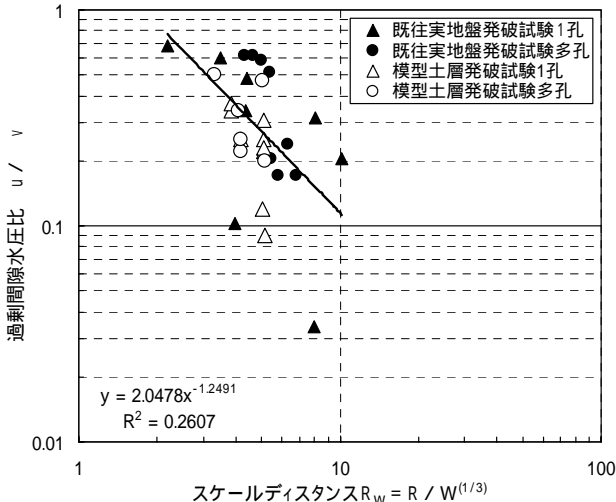


図-9 スケールディスタンス

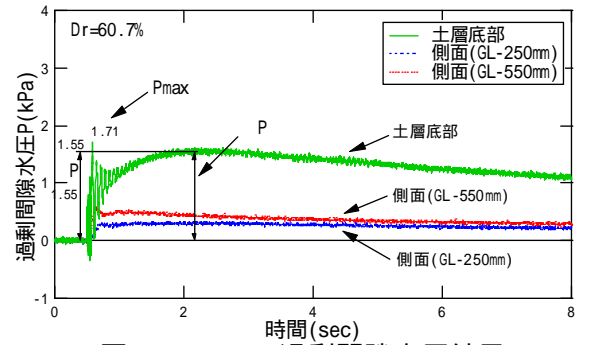


図-2 CASE1 過剰間隙水圧結果

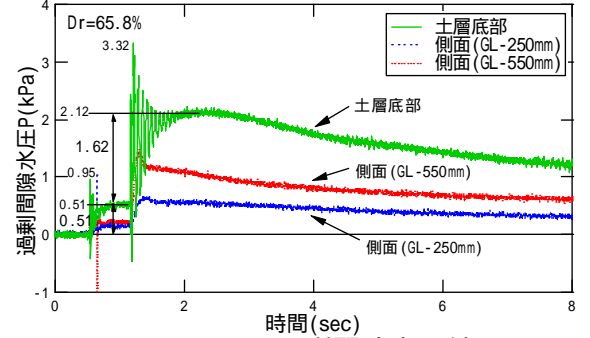


図-3 CASE2 過剰間隙水圧結果

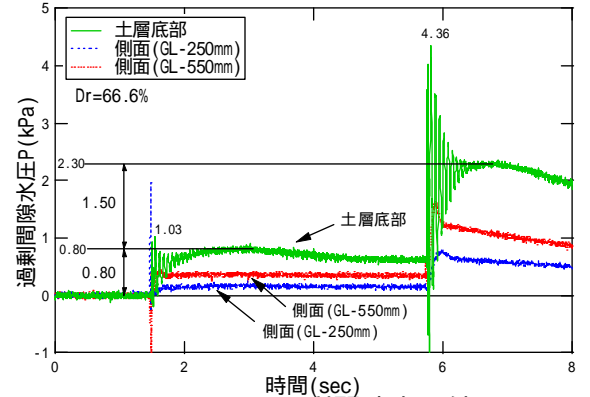


図-4 CASE3 過剰間隙水圧結果

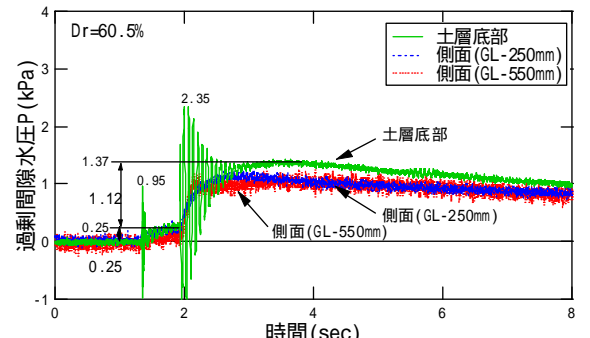


図-5 CASE4 過剰間隙水圧結果

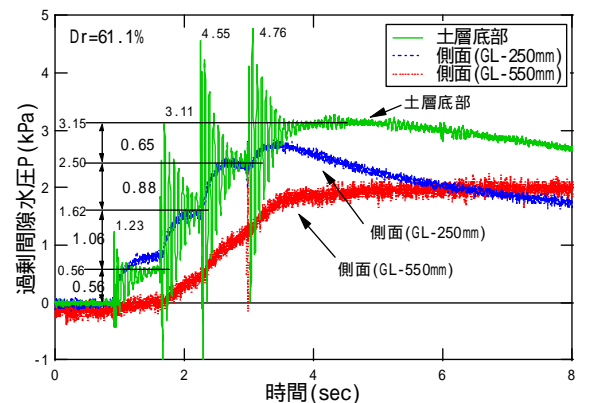


図-6 CASE5 過剰間隙水圧結果