

発破による原位置人工液状化予備実験

佐藤工業(株)	正 永尾浩一
同 上	正 前田幸男
同 上	正 規矩大義
ダイ・ノーベル・ジャパン(株)	正 河野 興
港湾空港技術研究所	正 菅野高弘

1. はじめに

衝撃締固め工法（SDM 工法）は、発破による衝撃荷重によって人工的に地盤を液状化させ、液状化後の再堆積により地盤を締め固める工法^{1),2)}である。この度、この技術を利用し人工的に液状化を発生させ、液状化時の地盤および構造物の挙動を観測する目的で『港湾・臨海都市機能の耐震性向上に関する大規模な実物大実験』³⁾が計画された。これに先立ち、事前に各発破条件による過剰間隙水圧の上昇及び地盤変位の発生状況を確認するため、予備試験を実施した。ここでは大規模実験での人工液状化を生じさせる発破仕様の検討を行うため実施した予備試験のうち、発破孔 1 孔での試験結果について報告する。

2. 発破試験概要

サイトは埋立地地盤で、約 GL-7.0m まではシルト質砂質土の埋土、それ以深は、海底である礫層で、GL-12m 程度で N 値 50 以上の層が現れる。図-1 に試験の概要、表-1 に試験ケースを示す。試験は 4 ケース行い 1 ケース毎に総装薬量、装薬段数、点火順を変化させた。計測は間隙水圧、加速度、沈下量を行い、間隙水圧は発破領域内 1 箇所(P1)と領域外 2 箇所(P2,P3)の合計 3 箇所計測を行った。

表-1 試験ケース

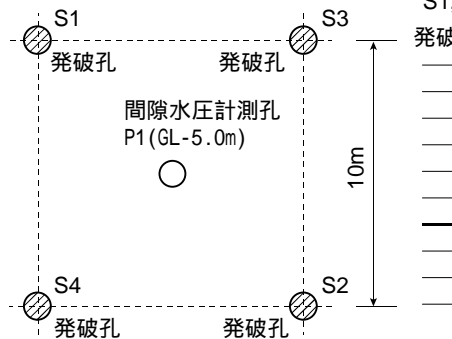
試験ケース名	装薬段数	装薬量	装薬深度	段発破時差
S1	1	2.0kg	GL-5.0m	-
S2	1	3.0kg	GL-5.0m	-
S3	2	3.0kg +3.0kg	GL-5.0m GL-10.0m	下段から点火 300ms
S4	2	3.0kg +3.0kg	GL-5.0m GL-10.0m	上段から点火 300ms

3. 試験結果

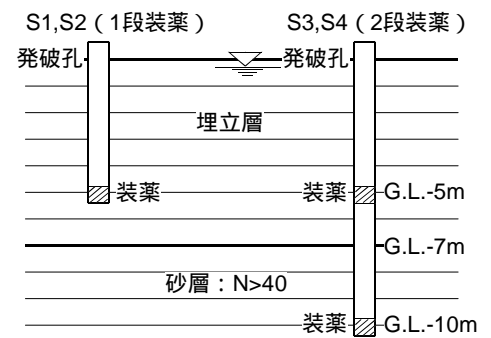
図-2 にケース S3 での間隙水圧測定結果を記す。間隙水圧は発破により衝撃的な水圧が発生した後、残留した過剰間隙水圧が時間と共に徐々に消散した。また、上昇する水圧の残留値は発破回数により段階的に上昇することが分かった。

図-3 には各ケースの間隙水圧のピーク値と距離との関係を示す。過剰間隙水圧のピーク値は総装薬量の大きいケースほど大きくなり、2

試験平面図



試験断面図



間隙水圧計測孔：発破領域外 (P2, P3) 2箇所

図-1 試験概要図

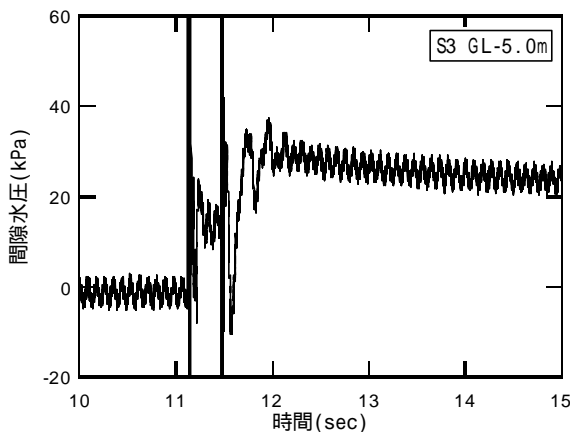


図-2 ケース S3 間隙水圧結果 (P1)

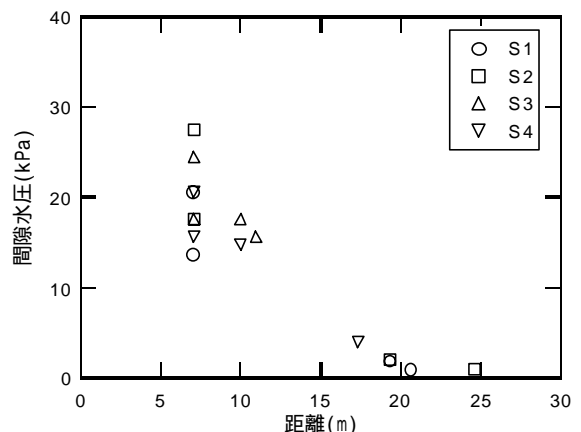


図-3 間隙水圧ピーク値

段装薬では装薬量が同量でも発破点火順が下段から上段に点火した方が、上段から下段に点火したものより水圧が大きくなった。

図-4 に沈下計測結果を記す。計測の結果、盛土は発破後 10 日程度まで沈下変形及び水圧の消散があることが分かった。沈下量は発破 10 日後で S2 発破孔から 1m 離れた地点で最大約 160mm となった。1 段装薬では総薬量の大きいものほど大きくなり、2 段装薬では総薬量が同じでも発破点火順が下段から上段の方が上段から下段に点火したものより沈下量が大きくなる結果になった。

これらの結果より、過剰間隙水圧の上昇範囲及び地盤変形量は装薬量、位置及び点火順に関係することが分かる。

図-5 は発破装薬量を考慮した発破孔からの距離（スケールディスタンス） R_w と過剰間隙水圧比の関係である。ここで、 $R_w = R/W^{(1/3)}$ であり、 R ：発破装薬位置から水圧計設置位置までの斜距離、 W ：装薬量である。過剰間隙水圧比とスケールディスタンスの関係はスケールディスタンスが小さいほど大きくなり一意的な関係にあることが分かる。この結果の相関より、大規模実験での発破設置条件を 6m 間隔で正方形配置、装薬量 3kg、上下 2 段装薬とすると、中央部でのスケールディスタンスは $R_w=1.47$ となり、その時過剰間隙水圧比 1.0 以上まで増加し液状化すると推定された。

4. まとめ

発破による衝撃荷重により人工的に地盤を液状化させる技術を用い、人工的に液状化を発生させ液状化時の地盤および構造物の挙動を観測し、『港湾・臨海都市機能の耐震性向上に関する大規模な実物大実験』が計画されたことから、発破仕様等条件を変化させ予備試験を行った。この結果、過剰間隙水圧の発生・消散状況及び地盤の変形挙動等を確認することができた。本実験では発破孔間隔を 6m、装薬土被り厚を上段 4.5m と下段 8.0m の 2 段、装薬量を上段 3kg、下段 4kg とし、試験領域 4,800m² で発破孔 257 箇所、合計装薬約 840kg、発破継続時間約 63 秒の発破を実施した。

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,規矩,辻野,前田,吉田：衝撃締固めによる密実化した土の液状化に関する室内試験,第 36 回地盤工学会年次講演,2001
- 3) 小濱英司：港湾・臨海都市機能の耐震性向上に関する実物大実験,地盤工学会,土と基礎 Vol.50, No.2, Ser.No.529, pp.40, 2002

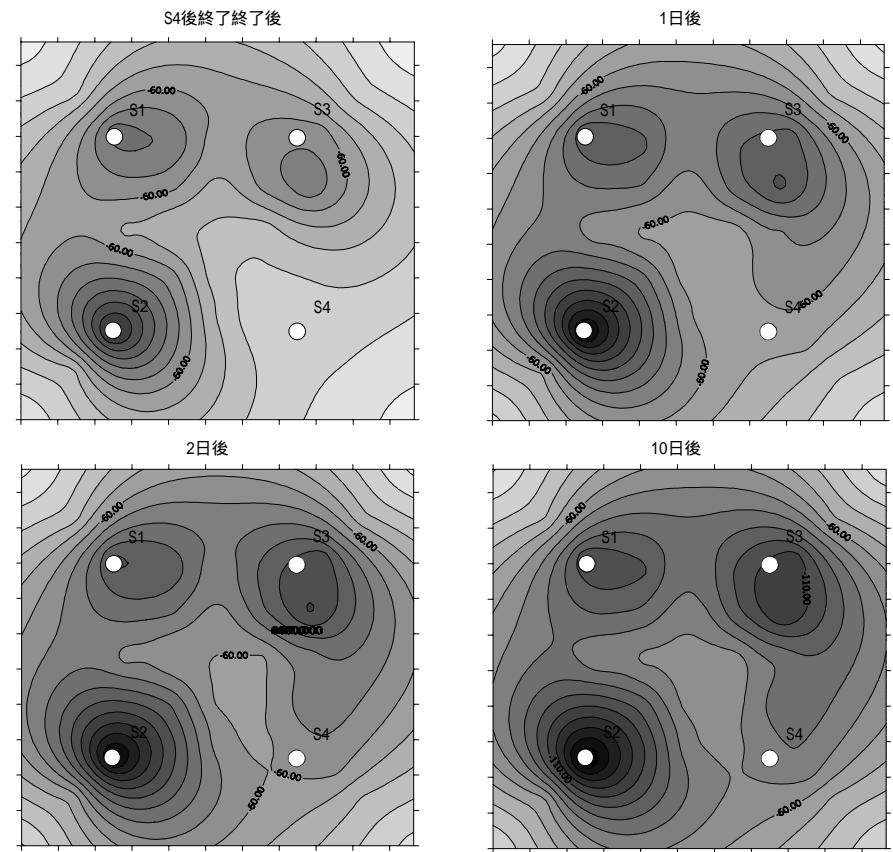


図-4 沈下計測結果

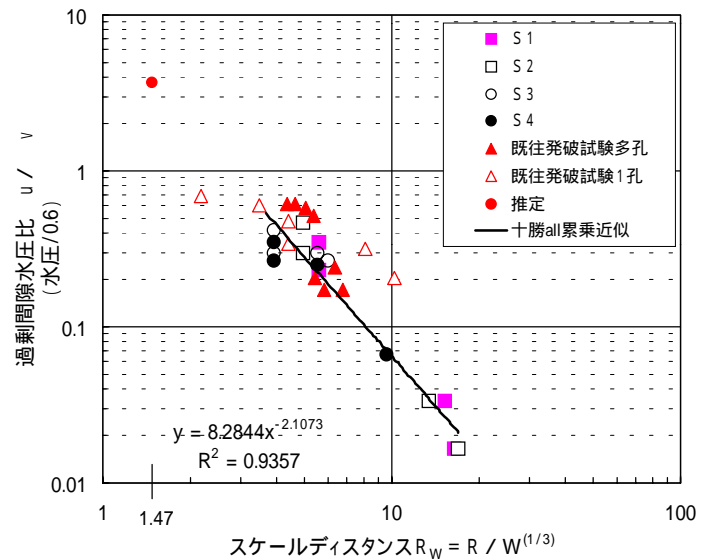


図-5 過剰間隙水圧比結果