

Ⅲ－B 327 発破を用いた締固め工法の効果確認実験

佐藤工業(株) 中央技術研究所 正会員 中嶋智樹 前田幸男
 同 上 正会員 辻野修一 規矩大義
 工業技術院 資源環境技術総合研究所 正会員 国松 直
 同 上 正会員 今泉博之 神宮司元治

1. はじめに

発破を用いた締固め工法は、地盤内にグリッド状に配置した爆薬を発破させた際の衝撃力により、緩い砂地盤の粒子構造を破壊・液化化させ地盤をより密な状態に変化させるものである¹⁾。本工法の液化化対策としての適用性を確認するために現場実験を行った²⁾。ここでは、効果確認のために行った標準貫入試験および液化化強度試験、沈下測定の結果について報告する。

2. 実験概要

(1) 実験概要

実験は、図一1に示すように、1孔発破(予備実験)の両側にグリッド状発破(本実験)を行う2箇所の実験ヤードを設けた。各ヤードは、12孔の発破孔を2ステージに分け、計4ケースのグリッド状発破を行った。

各発破孔には、上下2段の装薬ユニットが設置され、1回(ステージ)当たりの発破は、6孔×2段=12段の段発とし、表一1に示すように装薬量と発破の秒時差を設定した。測定は、各ケースの発破時の騒音・振動、沈下量、間隙水圧の経時変化ならびに発破前後のサウンディング試験を実施した。

(2) 地盤条件および装薬深度

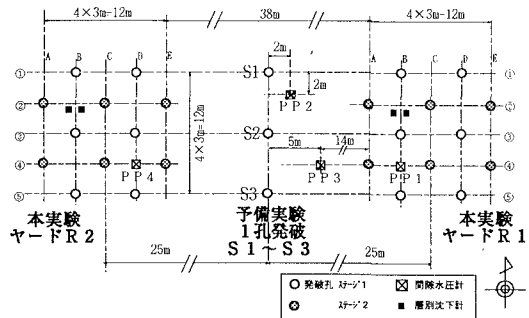
実験場所は、沢部を約5m盛土した造成地であり、当該地盤はN値 ≥ 50 の洪積砂層の上部に沖積層が厚さ8~12m堆積している。沖積層の下部は、シルト薄層が挟在、あるいは、礫が点在する細砂を主体とし、また、沖積層の上部は細粒分が多く、シルト~粘土質細砂が互層となっている。

改良対象範囲は、図一2に示すように、地下水位以下の粘性土層も含めて、N値 < 15 の沖積層とし、上下2段の装薬深度を設定した。

3. 実験結果

(1) 標準貫入試験結果および液化化強度

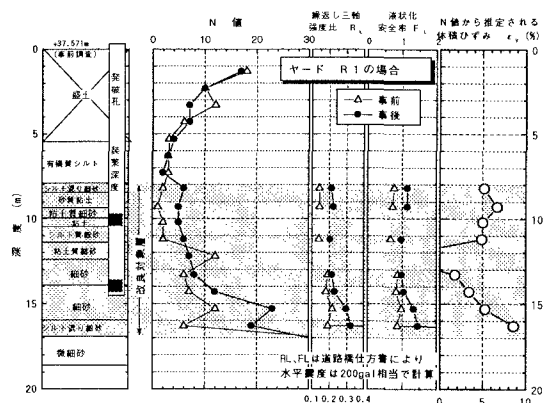
改良効果の確認として、図一2にヤードR1の場合の標準貫入試験結果および道路橋示方書(H.8)の方法により、水平震度は加速度レベル200gal相当、地震動ク



図一1 発破孔および計測位置平面図

表一1 実験ケース

実験ケース	予備実験	本実験(グリッド状発破)			
実験ヤード	S(1孔発破)	ヤードR1		ヤードR2	
発破ステージ	—	ステージ1	ステージ2	ステージ1	ステージ2
ケースNo	S1 S2 S3	R1-1 R1-2	R2-1 R2-2	R2-1 R2-2	R2-1 R2-2
日 程	1日目	3日目	5日目	3日目	5日目
実験 順 序	① ② ③	⑤ ⑦	④ ⑥		
発破孔数(孔)	1 1 1	6		6	
装薬ユニット数(個)	1 1 2	6孔×2段=12		6孔×2段=12	
装薬量(kg/ユニット)	1.5 3 3	3.0		1.5	
秒 時 差 (sec)	— — 0.3	0.15	0.30	0.20	0.25



図一2 地盤条件および改良効果の確認

合の標準貫入試験結果および道路橋示方書(H.8)の方法により、水平震度は加速度レベル200gal相当、地震動ク

キーワード：液化化対策、発 破、締固め、液化化強度、沈下量

連 絡 先：〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-20 TEL03-5823-2354 FAX03-5823-2358

イブは1の場合で、算出した動的せん断強度比 R_L 、液状化安全率 F_L の深度分布を示す。事後の N 値の増加は、改良対象層下部の細砂層で大きく2~13、上部の薄層の互層部で4程度と、下部の細砂層では N 値>20と大きな効果が認められた。

また、液状化安全率 F_L については、事前0.66~0.97に対し、事後0.98~1.34と増加し、 N 値の増加に伴う液状化抵抗の向上が認められる。

つぎに、液状化強度の増加確認のため、ヤードR1のGL-15m付近より採取した不攪乱試料に対して実施した土の繰返し非排水三軸試験結果を図-3に示す。繰返し三軸強度比 R_L ($N_c=20$, $DA=5\%$)は、事前 $R_L=0.230$ に対し、事後 $R_L=0.295$ となり、液状化強度の増加が確認された。

一方、前述の N 値より求めた R_L は、GL-14.3m~15.3mにおいて、事前 $R_L=0.181\sim0.216$ 、事後 $R_L=0.231\sim0.297$ であり、 N 値の増加は液状化強度の増加を裏付ける結果となった。

(2) 沈下量および間隙水圧の測定結果

図-4、5にステージ1発破後の地表面沈下の経時変化および沈下分布を示す。沈下量は、装葉量の多いヤードR1で大きく、発破4週間後ではヤードR1:258mm、R2:123mmとなった。沈下量の経時変化は、各ステージの発破直後に大きく生じ、4週間経過時点ではほぼ収束している。

今回の実験地盤では、図-5に示すように、間隙水圧の大半が24時間程度で消散していること、また、ステージ2発破の1日、28日経過後のスウェーデン式貫入試験の結果に大差がなかったことが確認されており²⁾、改良効果は比較的早く生じたと考えられる。

改良による体積変化を体積ひずみ ϵ_v =沈下量/改良対象層厚として推定すると、R1の場合 $\epsilon_v=2.9\%$ となる。これは、改良対象層が一様に沈下したものと仮定したものであるが、地盤調査結果から明らかのように、土質および N 値は深度方向に不均一であることから、実際には、改良効果(N 値の増分)の大きな部分に、より大きな ϵ_v が生じていると考えられる。図-2に示した N 値から推定される体積ひずみ ϵ_v は、実験前後の N 値より、間隙比 e を推定し、 e の変化より算出した結果であるが、体積ひずみは、 N 値の増分に対し $\epsilon_v=1.7\sim8.6\%$ と推定された。

4. まとめ

発破を用いた締固め工法の液状化対策効果を N 値、液状化強度、沈下量、間隙水圧の面から確認した。今後は、より効果的な発破仕様の設定法の検討を行い、本工法の長所(単純な作業工程、特殊機械が不要)を活かした開発を進め、工事費の低減、工期の短縮を図りたい。

参考文献

- 1) 辻野, 中嶋, 伴他: 発破を用いた液状化対策工法の適用性に関する現場実験 その1~その3, 土木学会第52回年次学術講演会概要集, pp.284-289, 1997.9
- 2) 前田, 辻野, 中嶋他: 発破を用いた締固め工法の液状化対策効果の確認実験, 第34地盤工学研究発表会(投稿), 1999.6

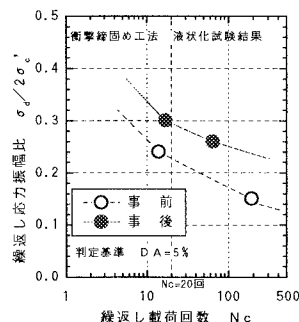


図-3 液状化強度試験結果

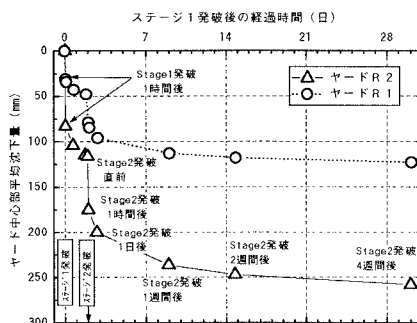


図-4 地表面沈下の経時変化

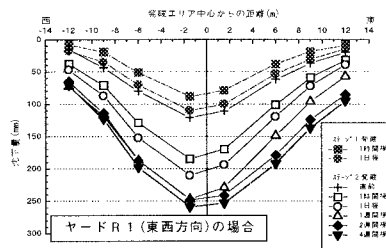


図-5 地表面沈下量分布図

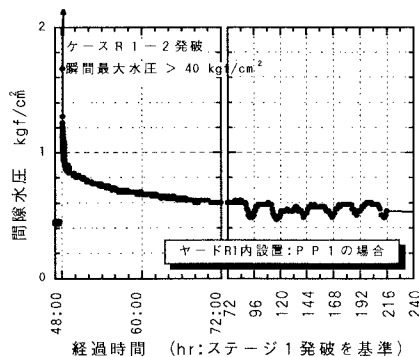


図-5 間隙水圧の経時変化