

人工液状化実験におけるCPG工法による液状化対策 K値について

静的圧入締固め工法研究会 正 原田 良信 正 小西 武  
 正 山田 和弘 高橋 但  
 (独)港湾空港技術研究所 正 菅野 高弘 正 中澤 博志

1. はじめに

静的圧入締固め工法(コンパクショングラウチング工法:以下CPG工法)は、極めて流動性の低いモルタルを地盤中に注入して固結体を造成し、この固結体による締固め効果で周辺地盤を圧縮強化する。地盤の密度を増大させる工法である<sup>1)</sup>。

地震災害時に緊急物資輸送の拠点等となる国内空港の耐震対策を目的として、石狩湾新港西地区において、空港施設の液状化時挙動に関する現場実物大実験が実施された<sup>2)</sup>。実験の主な検討項目は、液状化が空港施設へ及ぼす影響、コスト縮減、工期短縮による液状化対策効果および、地震発生直後~数日後に供用再開可能な判断基準を確認することである。実験ヤードには、滑走路を模擬したアスファルト舗装や、実際の空港と同様な設計仕様の空港施設が構築され、爆薬による液状化現象が再現された。この実験の中で、滑走路直下の地盤液状化対策の一つとして、CPG工法が施工された。これまでの調査により得られた、N値、過剰間隙水圧比、地表面沈下量から、CPG工法による液状化対策についての改良効果を確認している<sup>3,4)</sup>。

本論文では、セルフボーリングタイプの孔内水平載荷試験により確認した静止土圧係数K値について報告する。

2. 実験概要

CPG 工法による液状化対策は、アスファルト舗装直下で行った。改良対象地盤の水位は GL-2.0m 程度、改良深度は GL-2.0~-10m であった。GL-5.0m まで相対密度が非常に緩い細砂で、N 値 2 程度、GL-5.0m 以深は、相対密度が中くらいの細砂で、N 値が 6~19 と深度が深くなる程大きくなる地盤である。

液状化現象を再現させる爆薬設置箇所は GL-4.5m および 9.0m の 2 深度である。平面的には 6.5m 間隔で装薬した。

本実験では、等価加速度から等価 N 値を求め改良率を算出した<sup>3)</sup>。表-1 に本実験仕様と従来仕様を示す。本実験では、改良率を低くし、施工本数を少なくしても改良効果が得られることを確認するため、本実験仕様による施工を行った。

図-1,2 に孔内水平載荷試験と間隙水圧計の設置位置図を示す。孔内水平載荷試験は、図内に示す位置で発破前および発破後に測定した。間隙水圧計は図内に示す位置に設置し、発破時から発破後の変化を計測した。また、アスファルト舗装上の地表面沈下量を 5.0m 間隔で発破前、発破直後、発破 1, 3, 7 日後に測定した。

表 - 1 本実験仕様と従来仕様

	本実験仕様	従来仕様
改良率 As(%)	5	8~20
施工間隔 L(m)	2.0	1.2~1.7

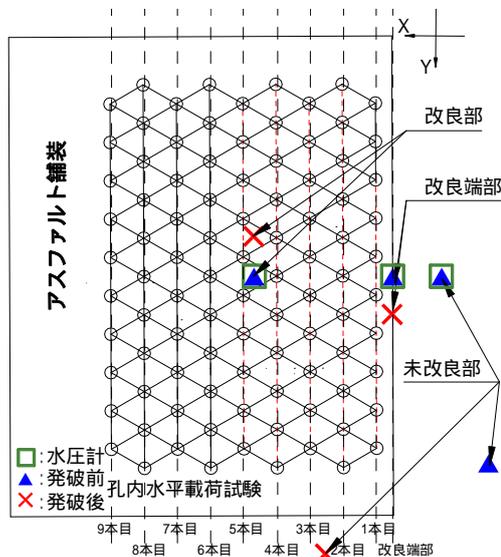


図 - 1 孔内水平載荷試験と間隙水圧計設置平面位置図



図 - 2 孔内水平載荷試験と間隙水圧計設置断面位置図

キーワード：静的締固め、液状化、発破、K値、過剰間隙水圧比

連絡先：〒112-0004 東京都文京区後楽1-2-7 静的圧入締固め工法研究会 TEL03-5800-4124 FAX03-3814-2438

3. 実験結果

本実験仕様と従来仕様における改良端部からの距離と K 値の関係を図-3(a), (b)<sup>1)</sup>に示す。未改良部 K<sub>0</sub> 値は、本実験仕様と従来仕様ともに 0.5 程度であった。改良後 K 値は、本実験仕様で施工しても、従来仕様での施工と同様に 1.0 程度まで増加することが分かった。

GL-8.5m の過剰間隙水圧  $u$  を有効上載圧  $v_0'$  で除した過剰間隙水圧比  $u/v_0'$  の時刻歴を図-4 に示す。過剰間隙水圧比  $u/v_0'$  は、未改良部および改良端部ともに、急激に 1.0 程度まで上昇し液状化したことが分かる。一方、改良部では、急激な上昇はみられず、緩やかに 0.8 程度まで上昇し、その後消散した。この結果をふまえ、発破後 K 値と過剰間隙水圧比  $u/v_0'$  の関係を図-5 に示す。K 値は未改良部では、水圧上昇の影響を受けたが、発破前後での変化はなかった。K 値は改良端部では、水圧上昇の影響を受け、改良後よりは低下したものの、未改良部よりは大きい値で保持されることが分かった。一方、改良部では、未改良部および改良端部よりも水圧の上昇が小さかったため、改良後とほぼ同程度で維持されることが分かった。

発破前から発破 7 日後の地表面沈下量を図-6 に示す。未改良部では最大 370mm の沈下量であった。改良端部では、25~50mm、改良部では、最大 25mm の沈下量であったことから、改良部ではおおよその平坦性を保持している。以上より、改良後 K 値が、発破後も維持されていることで、地震発生直後~数日後に滑走路を供用再開できる可能性があると思われる。

4. まとめ

改良率 5%, 施工間隔 2.0m の仕様による実験から、下記に示す結果が得られた。

- 1) 改良部においては、改良後 K 値は従来仕様と同程度の増加が認められ、発破前後も K 値はほぼ同程度で維持される。
- 2) 改良端部においては、発破時に液状化の影響を受けるものの、発破後 K 値は、ある程度保持される。
- 3) 発破前後も改良後 K 値が維持されることで、地震発生直後~数日後に滑走路を供用再開できる可能性がある。

<参考文献> 1) 財団法人沿岸技術研究センター：液状化対策としての静的圧入締固め工法技術マニュアル-コンパクショングラウチング工法-, 2007. 2) 中澤・菅野：制御発破を用いた空港施設の液状化挙動に関する実物大実験, 震災予防, No.218, pp.40~44, 2008. 3) 原田・小西・森河・藤井・菅野・中澤：人工液状化実験における CPG 施工による液状化対策について(その 1)-改良効果-, 第 43 回地盤工学研究発表会, 2008(投稿中). 4) 足立・大沢・新坂・山田・菅野・中澤：人工液状化実験における CPG 施工による液状化対策について(その 2)-改良効果-, 第 43 回地盤工学研究発表会, 2008(投稿中).

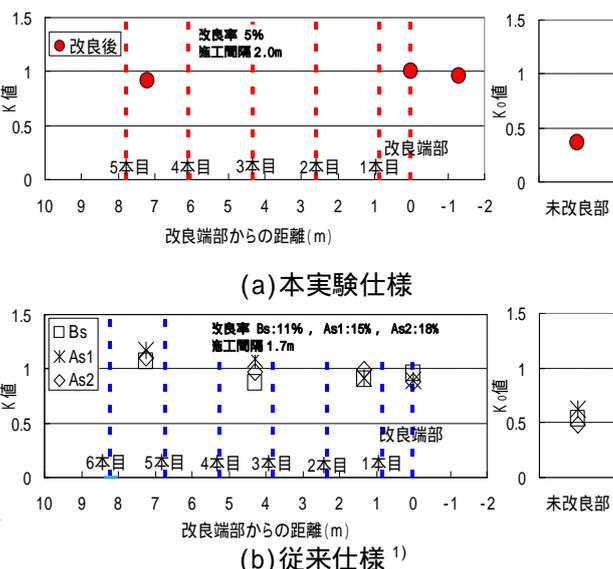


図-3 改良端部からの距離と K 値の関係

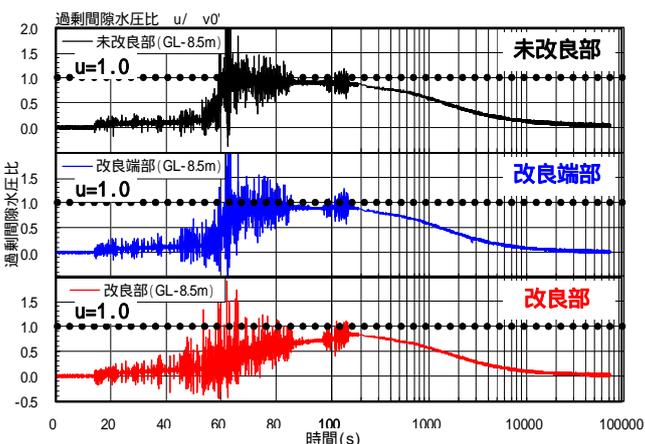


図-4 GL-8.5m での過剰間隙水圧比の時刻歴

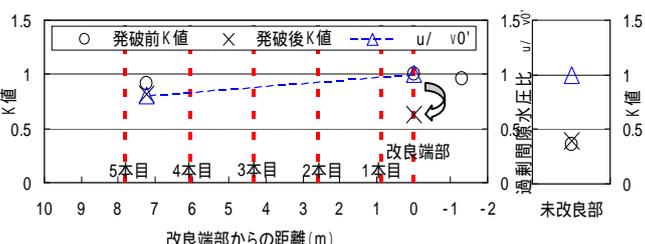


図-5 発破後 K 値と過剰間隙水圧比の関係

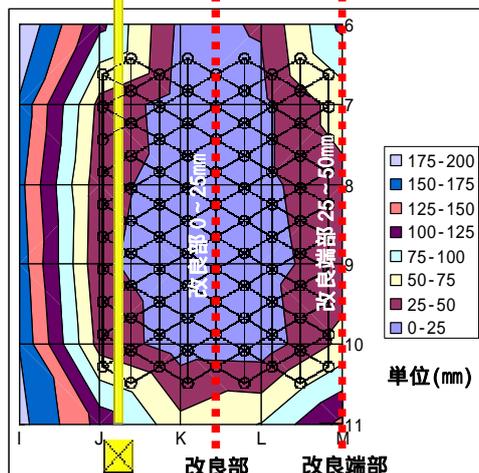


図-6 発破前から発破 7 日後の地表面沈下量