

空港用地内における地盤改良範囲確認を目的とした物理探査の試み

港湾空港技術研究所 正会員 ○中澤 博志, 菅野 高弘, 小濱 英司, 大矢 陽介
国土交通省関東地方整備局 正会員 高橋 英紀, 伊勢 勉
応用地質株式会社 非会員 橋本 裕司

1. はじめに

多様な施設が設置されている空港では、地盤が液状化した場合、様々な施設が機能しなくなることが懸念される。特に、地震後において平坦かつ所定の支持力が要求される滑走路では、液状化による地盤変状に伴う不等沈下等が予測される。地盤が液状化することが事前に予測される場合、地盤改良により液状化対策するケースが多いが、液状化対策工法の一つとして密度増大工法があり、通常、施工前後に改良効果確認を目的としたボーリング調査が実施される。しかし、平面的に点の調査であるボーリング調査では、改良範囲全体の出来型の確認が困難であるため、今回、東京国際空港内の誘導路直下地盤の密実化地盤を対象に高密度表面波探査および電気探査を実施し、地盤改良範囲の把握を試みた。

2. 探査条件

図-1 に探査測線を示す。誘導路上の探査測線の所々に密度増大工法による液状化対策が施工されており、同一測線において表面波探査および電気探査を実施した。図-2 に示す様に、既往ボーリング調査は、誘導路上 25m ピッチで実施されており、事前に比較的詳細な地層断面図が得られている。既往調査結果による層序の特徴として、上位より埋立層（埋土層、浚渫粘性土層、浚渫砂質土層）、有楽町層、七号地層が確認されている。埋立層は、埋土（Bs）、浚渫砂質土（As0）、浚渫粘性土（Ac1）の3層に分けられるが、今回実施した地盤探査深度が GL-10m 程度までであるため、Bs 層および同層中の地盤改良範囲が主な検討対象である。

3. 探査概要

表面波探査方法 1m 間隔で受振器 24 個を測線上に設置し、測線の端から 1m 離れた位置でかけやにより人力で地表面を打撃した際に伝わる波を測定した。一回打撃が終了すると、測線上に 2m 移動し、同様に打撃・測定を繰り返し行い S 波速度の 2 次元分布を調べた。一方、電気探査は、地盤材料の電気的な特性の違いを土質に置き換え、比抵抗値が高ければ砂～礫、低ければ粘土と判断する手法である。今回、電極と地盤との間でコンデンサーを形成し、地盤に非接触で電流を流すことで、誘導路上での探査を可能とするキャパシタ電極を原理とする探査手法¹⁾を実施した。なお、ここでは探査結果のみ報告し、方法の詳細については割愛する。

4. 探査結果

図-2 に示す地盤改良範囲との関係に絞り、探査結果について述べる。最上部に示す表面波探査結果を見ると、改良範囲の全てが S 波速度の速い区間として得られたわけではないが、 V_s が 300m/s 以上を示す箇所は、地盤改良の設計深度上端よりやや浅く出ているものの、概ね地盤改良範囲と概ね一致している。また、S 波速度の速い領域として確認できた改良体では、当然、改良体上端が約 10m より浅いこと、また、図-3 の改良効果確認調査および今回の探査結果例を示すが、改良による N 値の増加が平均で概ね 20 以上であることの 2 つの要因が挙げられる。一方、

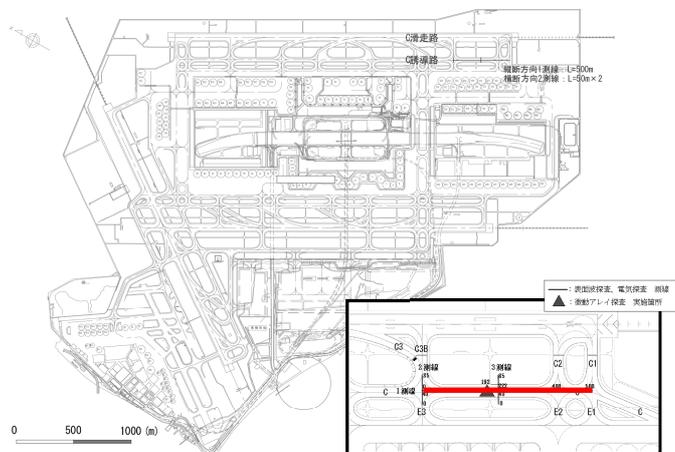


図-1 探査平面図

キーワード 表面波探査, 電気探査, 地盤改良, 液状化, 空港

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市 3-1-1 港湾空港技術研究所 耐震構造研究チーム TEL046-844-5058

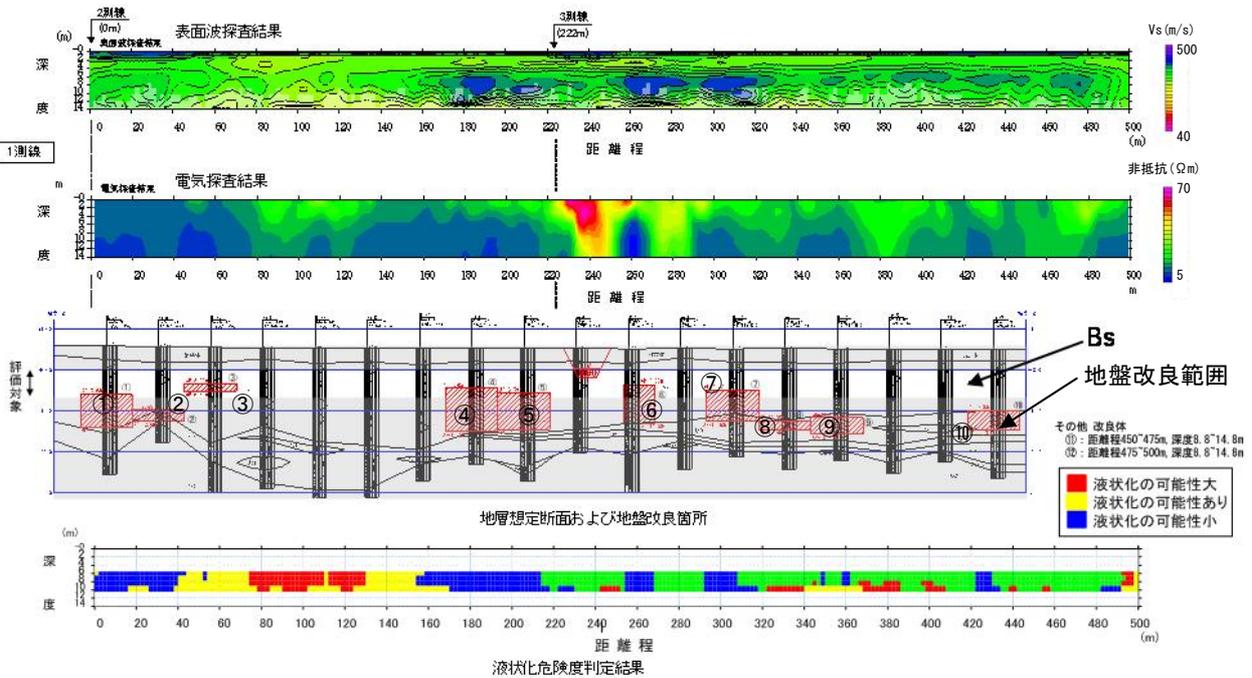


図-2 調査結果および液状化危険度評価

電気探査結果では、距離程 0～220m 付近の区間において、全体的に低比抵抗となっているが、距離程 220m 以降では、低比抵抗と考えられる改良範囲の多くが低比抵抗域と一致する。

5. 液状化危険度評価

得られたS波速度および比抵抗分布を基に、液状化危険度評価を実施した。評価にあたりS波速度の拘束圧依存性を考慮し、式(1)により基準化S波速度²⁾を求め、図-4に示す基準化S波速度と比抵抗値の関係にまとめた。

$$V_{s1} = V_s (P_a / \sigma_v')^{0.25} \quad (1)$$

ここに、 P_a は基準拘束圧(98kPa)、 σ_v' は有効土被り圧を示す。図-4では、非液状化層との関係を考慮し $V_{s1} = 250\text{m/s}$ 、一方、非抵抗値は $20 \Omega\text{m}$ を非液状化との閾値として設定し、液状化の可能性あり～液状化の可能性無しまでの4つの評価区分を設定した。なお、本評価法は地震外力を考慮しないため、所謂、液状化抵抗に相当する評価を与えるものと考えられる。この結果を再び二次元断面で表示した図が図-2 下部に評価結果として示されている。地盤改良範囲の上部が評価対象深度に出現している①、④、⑤、⑥および⑦について、液状化の可能性が小さく、距離程前半部分では、比較的液状化しやすい評価を与えることが確認できる。

6. まとめ

所々、地盤改良された探査測線上で表面波探査および電気探査を実施し、既往の調査結果を含め総合的に判断することで、限定的ではあるが地盤改良範囲をある程度捉え、本手法の有効性を示すことが出来た。

参考文献

1) (財) 災害科学研究所トンネル調査研究会：地盤の可視化と探査技術 比抵抗高密度探査法の実例，鹿島出版会，2001. 2) R.D.Andrus et al.: Draft Guidelines for Evaluating Liquefaction Resistance Using Shear Velocity Measurements and Simplified Procedures, National Institute of Standards and Technology, NISTIR 6277, 121p, 1999.

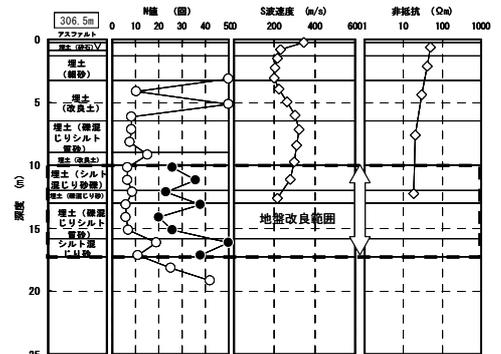


図-3 地盤改良効果確認調査結果例 (距離程 306.5m, 改良体⑦)

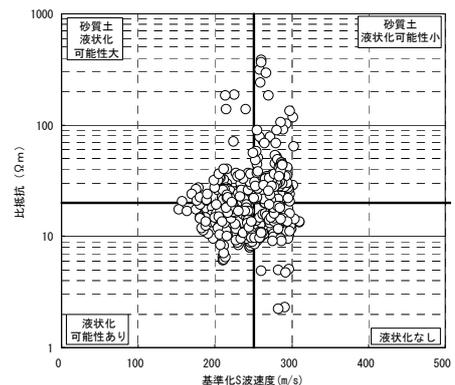


図-4 V_{s1} と比抵抗値の関係