

平成 26 年 3 月 31 日

公益信託 NEXCO 関係会社高速道路防災対策等に関する支援基金
受託者 三菱UFJ 信託銀行株式会社 宛

研究概要書

研究課題：電気探査と統合型コーンによる高速道路谷埋め盛土区間の耐震性調査手法の開発

研究代表者：京都大学工学部 教授 三村 衛

共同研究者：京都大学工学部 准教授 肥後洋介

同：(財)地域地盤環境研究所, 研究員, 藤原照幸

同：(有)ネオサイエンス, 代表取締役, 城森 明

同：ソイルアンドロックエンジニアリング(株), 技師長, 吉村 貢

はじめに

谷埋め盛土の地震時挙動で崩壊に至る多くの場合、盛土完成後、上流側からの流水が滞留しているとか、下流側の排水性が機能不全となっているケースが多い。本事例は、崖錐堆積・軟弱湿地地盤と推定されていた地形地質条件に盛土された道路盛土を、簡易的な手法により盛土地盤評価を試みたケーススタディである。

1. 研究の目的

物理探査手法により斜面の横断断面や、統合型コーン貫入試験との組み合わせにより、在来手法に比べて、数分の一の経費で、谷埋め盛土の地盤構造、滯水性状、盛土の地盤物性を効率的に推定できる手法を開発しようとするものである。

2. 調査地の選定

共同研究者の吉村貢の通勤でよく使用している高速道路の軟弱湿地の上の盛土が適当ではないか？という提案があった。これは京阪奈道路の三山木奥山田盛土区間である。道路建設前の地質調査報告書によれば、地形 丘陵地・丘陵沢部、地質は砂礫と礫混り砂～砂質土の互層で、表層は崖錐堆積物で緩い砂質土や軟弱な粘性土の分布が予想され、最大層厚は、7m 程度と推定されていた。

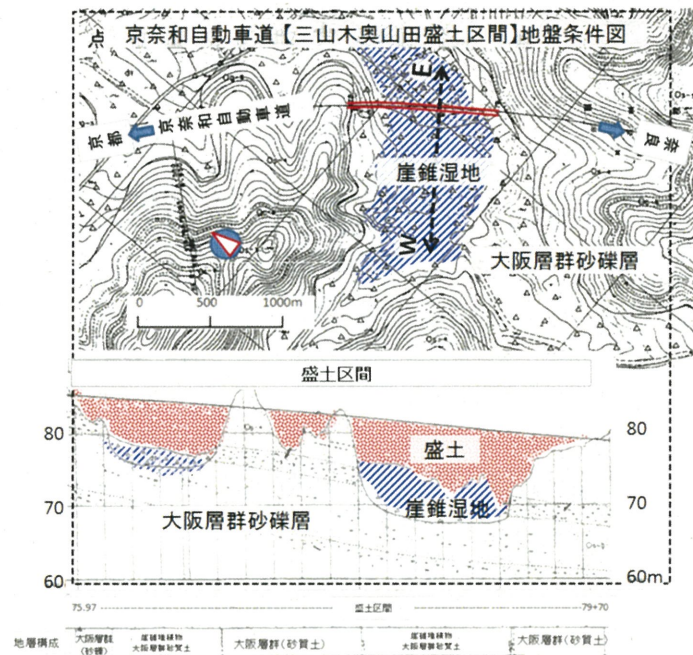


図-1 調査地区地形地盤条件図

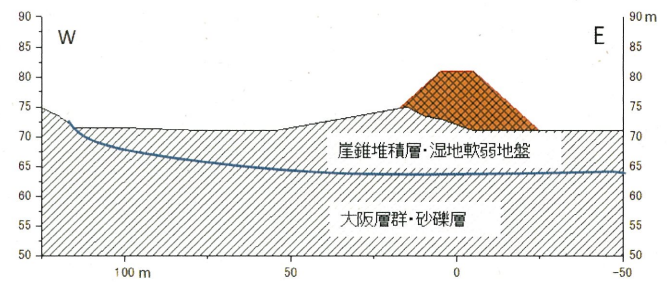


図-2 W-E 断面線に沿う地形・地盤断面図

図-1 に調査地区地形地盤条件を示し、3つの盛土地区の中の最も湿地の厚い最南端の盛土地の東西断面を図-2 に示した。地山の大阪層群は、よく締まった砂礫層であるが、崖錐軟弱湿地は、地盤調査結果はなかったが、もし、緩い砂層などで形成されていたら液状化などの被害も想定されよう。盛土の状況と地山の状況について簡易動的コーン貫入試験と統合型コーン試験による放射性同位体検層によって、単位体積重量、含水比、飽和度などを求めた。

3. 地盤調査結果

図-3 に調査平面図、図-4 に簡易動的コーン試験によるN値と土質柱状図をしめした。統合貫入試験No1は下り線の東側斜面肩部、No. 4は上り線の西側斜面肩部において実施した。No. 1およびNo. 4地点における盛土と地山の境界深度も示した。表-1にN値と土性の関係を示した。No. 1地点周辺でNo. 2, No. 3を、No. 4地点周辺でNo. 5の貫入試験を実施している。

3-1 地山特性

No. 1およびNo. 4地点は、盛土の厚さは10-13m程度であるが、盛土の下部の自然地山のN値からみると、軟弱層ではなく、砂質土系の地盤で、No. 4地点では、N=30で密に締まっている。

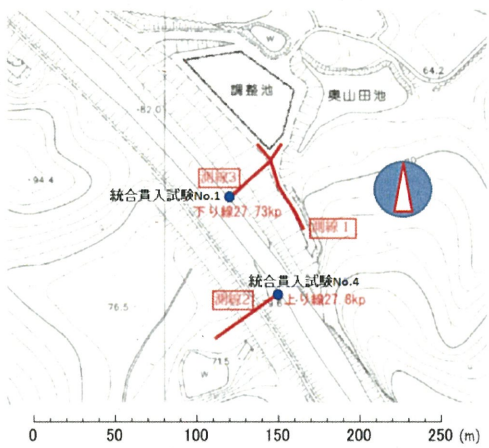


図-3 調査平面図

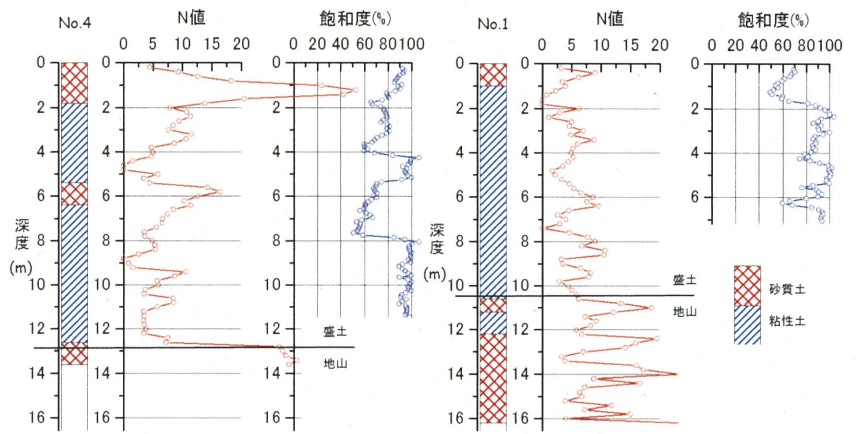


図-4 動的コーンによるN値とRI検層による飽和度の深度分布

No.1 地点では、N 値の大小が交互に出現しており、粘性土と砂層の互層と思われるが、道路建設前の地質調査で危惧されていたよう軟弱地盤の状況ではないことが判明した。

3-2 盛土のN値特性

N1, N2, N3, N4, N5 地点の調査から、盛土部の N 値を砂質土と粘性土に分けて、それぞれの N 値の分布状況を図-5 に示した。平均N値は砂質土ではN=14、粘性土ではN=5で、いずれも中位程度の締固めとなっている。しかしながら、砂質土での極めて緩い (N=0-4)、粘性土での極めて軟弱 (N=0-2) という部分が、10-20%を占めている。

3-3 盛土の飽和度

統合型コーン試験では、同位性放射線による検層によって、体積水分率と単位体積重量が求められ、さらに、飽和度を求めることが出来る。図-4 に飽和度の深度変化を示した。No. 4 地点における深度 4-5m 間、深度 8m 以深は、飽和度が100%近くを示している。これらは、粘性土層が遮水して盛土内の滞水帯を形成しているのではないかとと思われる。

3-4 電気探査

電気探査のうち、斜面沿いの測線 2, 3 の結果を図-6 に示した。電気探査と土質との対比は出来ていないが、低比抵抗値が粘性土、高比抵抗値が砂質土に相当する。

表-1 N値と土性の関係

砂質土		粘性土	
N値	締固りの程度	N値	硬軟の程度
0~4	極めて緩い	0~2	極めて軟弱
4~10	緩い	2~4	軟弱
10~30	中位	4~8	中位
30~50	密に締まっている	8~15	硬い
50~	極めて密である	15~30	極めて硬い

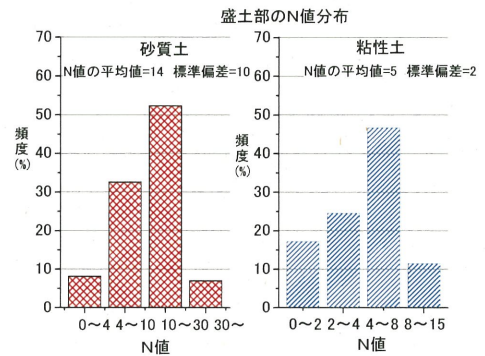


図-5 盛土部のN値分布

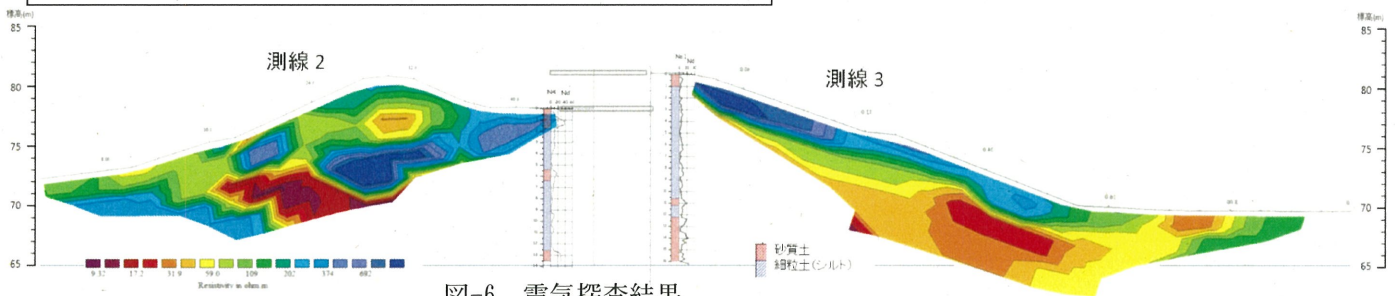


図-6 電気探査結果

4 降雨および地震時の斜面安定性

常時滞水帯を形成している盛土内の粘土層には、N=0 の非常に軟弱な部分が見られる。近時の豪雨は、集中的に長時間継続することが特徴であるが、このような滞水帯がある盛土では、豪雨によって盛土内が容易に飽和し、地下水位を形成し、地震時には緩い砂質土では水圧が上昇し、斜面崩壊の危険が高くなる。

5 まとめ

盛土内の土締固め状態は、平均値としては中位であるが、バラツキが大きく、軟弱部が1-2割見られた。盛土の施工管理に工夫を要する必要がある。盛土内に滞水帯が見られるが、滞水層の形成を防止するような盛土手法が望ましい。現在の斜面の降雨時の耐震性のチェックは、現位置における斜面内の地下水面の変化を降雨とともに観測することでその危険度の想定や対策工などが検討できよう。