

Ⅲ - B 364

石炭灰埋立地盤の物性と液状化特性

中部電力株式会社 正会員 滝 英治
 中部電力株式会社 正会員 西尾 良治
 中部電力株式会社 中島 英雄
 中部電力株式会社 正会員 ○鈴木 英治
 不動建設株式会社 正会員 仁田尾 洋

1. はじめに

碧南火力発電所4・5号機の主要構造物の一部は、同1～3号機より発生した石炭灰で埋め立てられた灰捨地内に建設される。この石炭灰埋立地盤は土砂で埋め立てられた地盤と異なった特性を有しているとともに、液状化する可能性があることが指摘されている¹⁾。そこで当該石炭灰埋立地盤（以下、当地盤とする。）の物性を地質調査により明らかにし、液状化特性については現位置試験による調査を実施した。

2. 石炭灰埋立地盤の物性

当地盤の埋め立ては平成3年10月より行われ、平成7年7月に完了した。一般に石炭灰埋立地盤はその埋立方法により地盤特性が異なる²⁾が、当地盤の埋め立ては加湿した石炭灰を水中撒き出しすることにより行っている。当地盤において50点におよぶ地質ボーリングを実施した。その結果を土性一覧図として図-1に示すとともに、地盤の物性概要について以下に述べる。

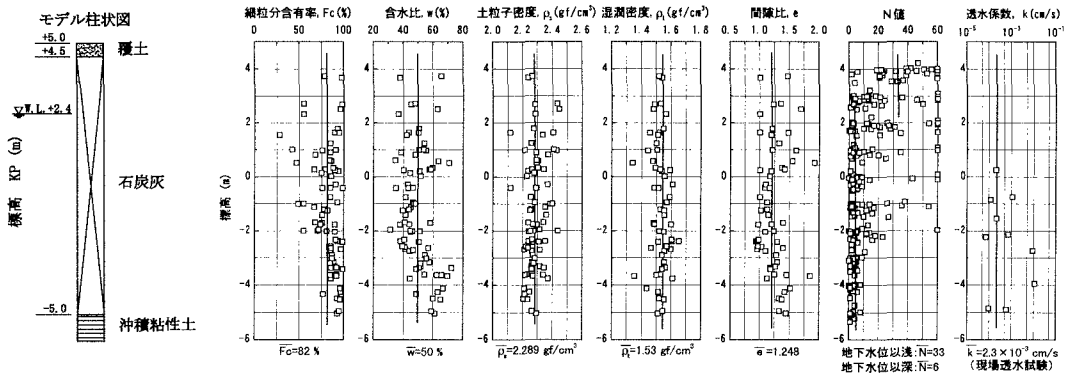


図-1 土性一覧図

- ①細粒分含有率（シルト分+粘土分）は80%以上、含水比は50%程度であり、土質区分に従えばシルトに分類される。また図-2に粒度分布図を示すが、当地盤は港湾の基準に従うと液状化の可能性のある地盤であることがわかる。
- ②土粒子の密度、湿潤密度は一般的な土の値に対し低い値となっている。
- ③間隙比は概ね1.0～1.5の範囲（平均で1.25程度）でばらついている。非常にゆるい状態の砂地盤（間隙比は1.0程度）と同程度と考えられる。
- ④N値は地下水位を境にその値が異なる。地下水位が深のN値は部分的に硬質な部分も認められるが、概ね5以下を示し軟弱な状態にある。このことは石炭灰のボゾラン反応による強度発現が含水量や地下水位の状態³⁾や炭種による

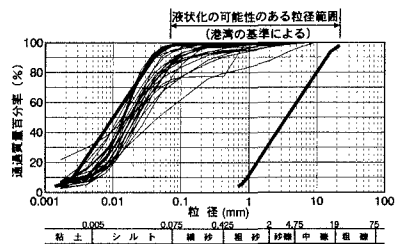


図-2 粒度分布図

連絡先：〒447-0824 愛知県碧南市港南町2丁目8番2 TEL 0566-48-6375 FAX 0566-48-8551

って異なる⁴⁾ことに起因していると考えられる。

⑤粒径から推定される透水係数は $10^{-5} \sim 10^{-7}$ cm/sec 程度になるが、現場透水試験より当地盤の透水係数は概ね $10^{-2} \sim 10^{-4}$ cm/sec 程度であり比較的透水性の良い地盤であることが確認された。

⑥力学特性については圧密試験および三軸CD試験を実施し、圧密速度が速いこと ($c_v=5000$ cm²/day) や $20^\circ \sim 35^\circ$ の内部摩擦角を有している ($c=0$) ことを確認している。

ここまで示した当地盤の物性を要約すると、粒度分布による土質区分に従えばシルトに分類されるが、透水性および力学特性からみると、むしろ砂質土に近い性質を有する地盤であるといえる。

3. 現位置液状化試験

当地盤の液状化特性について、振動三軸試験等の室内試験による方法とは別の観点から直接的に確認する方法として現位置液状化試験を実施した。試験概要を図-3に示す。具体的にはSCP工法のケーシング貫入時に発生する振動を利用し、その振動により石炭灰地盤中に発生する加速度と間隙水圧変化をあらかじめ設置した加速度計および間隙水圧計により測定した。

計測結果の一例を図-4に示す。同図は、ケーシング貫入に伴って発生した過剰間隙水圧比 ($\Delta u/\sigma'_v$) と鉛直加速度 (α/g) の経時変化を示しており、貫入初期における $\Delta u/\sigma'_v$ と α/g の上昇量に良い相関が見られる。

今回の試験によって得られた $\Delta u/\sigma'_v$ と α/g の関係を整理した結果を図-5に示す。同図は砂地盤における既往の試験結果⁵⁾に今回結果を併記しており、各地盤におけるSCP改良前と改良後の $\Delta u/\sigma'_v$ と α/g の関係を示している。改良前の試験結果に着目し当地盤と砂地盤とを比較すると、同一の鉛直加速度に対して当地盤の方が $\Delta u/\sigma'_v$ が大きい傾向にある。これより当地盤はゆるい砂地盤と同等もしくはそれ以上に液状化しやすい地盤であると考えられる。また改良後は改良前に比べて砂地盤の場合と同様に同一の α/g に対する $\Delta u/\sigma'_v$ が減少する傾向がみられることから、当地盤の液状化対策としてSCP工法による地盤強化(密度増大, 地盤の均一化)が有効であることが確認できる。

4. まとめ

今回の調査により、石炭灰埋立地盤は粒度分布からはシルトに分類されるがその特性はむしろ砂質土に近いこと、また、現位置液状化試験結果よりケーシング貫入による比較的大きな振動を受けた場合には、ゆるい砂以上に液状化しやすい地盤であることがわかった。

しかし、これらは石炭灰埋立地盤を通常の土質材料と同様な手法により評価したものである。石炭灰埋立地盤には通常の土質材料にはないボゾラン反応による強度増加要因がある。これを考慮した場合には異なった結果となることが予想され、今後、これについて検討を進めていく必要がある。

参考文献 1) 後藤浩一・柴田徹: 石炭灰埋立地盤の液状化対策に関する研究, 土木学会論文集, No. 529/III-33, pp. 113-123, 1995. 12. 2) 安原一哉・兵動正幸・平尾和年: 石炭灰による埋立地盤の液状化特性, 土と基礎, Vol. 39, No. 2, pp. 5-10, 1991. 3) 三木五三郎・今井五郎・秋本元・村上一行・土井洋一: 石炭灰の強度発現に関する実験的研究, 第19回土質工学研究発表会, pp. 1499-1500, 1984. 4) 土木学会エネルギー土木委員会新エネルギー技術小委員会: 石炭灰の土木材料としての利用技術の現状と将来展望-埋立, 盛土, 地盤改良-, 1990. 5) 斎藤和夫・出垣広明・妹尾英世: サンドコンパクションパイルによる液状化対策工の効果, 土木学会第36回年次学術講演会講演概要集, 第III部門, pp. 720-721, 1981.

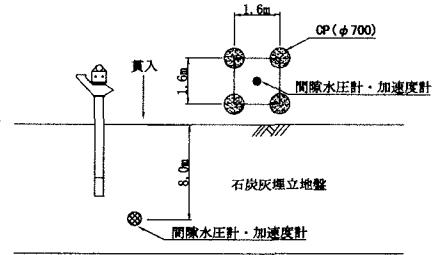


図-3 現位置液状化試験概要

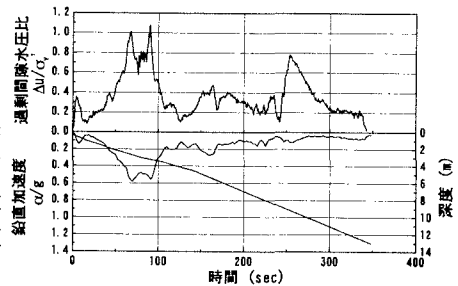


図-4 計測結果の一例

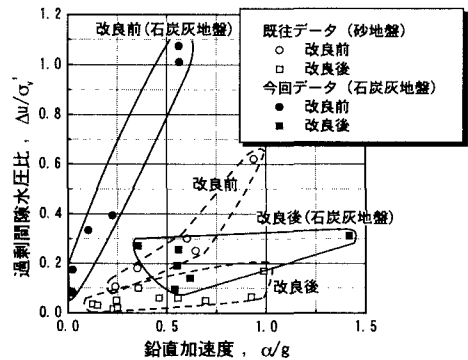


図-5 現位置液状化試験結果