

灰処分場の沈下特性に関する考察

中国電力株式会社 電源事業本部建設土木グループ 正会員 ○谷田 哲也, 正会員 林 稔, 正会員 斉藤 直

1. はじめに 日本のベース電源を支える大型石炭火力発電所は、発生する石炭灰の処理が不可欠であり、近年は既存の灰処分場の減容による延命化などが検討され始めるに至っている。本稿では、灰処分場内で実施した载荷盛土試験により得られた知見について紹介する。

2. 土質条件 対象とした処分場に埋立てられた石炭灰は、自然含水比 $W_o = 60\%$ 、 $N=0\sim1$ の緩い土層である。土質性状を表-1 に示す。最大乾燥密度からは、15.1%~23.6%程度の減容化の可能性が窺えた。

3. 予備試験盛土 灰処分場内で、図-2 に示すような高さ 2.7m の小規模な载荷盛土を処分場内の加湿石炭灰で構築し、荷重による埋立石炭灰の圧縮特性について、土質試験結果との対比確認を行った。

図-3 には、各測点の圧縮率と载荷率の関係について、土質試験結果からの算定値を合わせて示した。これによると、処分場内で稼働する重機や車両による継続した振動による影響を受け、土質データから推定した圧縮率より予備試験盛土の圧縮率が大きくなる傾向が見られた。

表-1 埋立石炭灰の性状

土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.2
湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	1.5
自然含水比 W_a (%)	60
初期間隙比 e_0	1.4
圧縮指数 C_c	0.35
過圧密比 OCR	1.3
透水係数 k (m/s)	5×10^{-6}
粘着力 c' (kN/m ²)	2
内部摩擦角 ϕ (°)	14
有効内部摩擦角 ϕ' (°)	30
最大乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	1.2

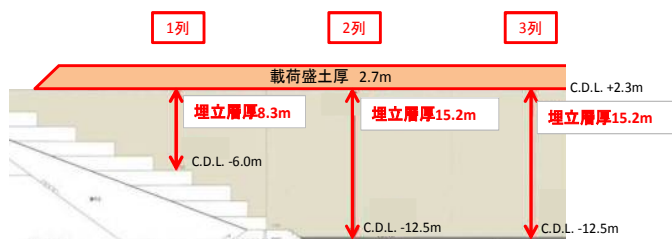


図-2 载荷盛土概要図 (断面図)

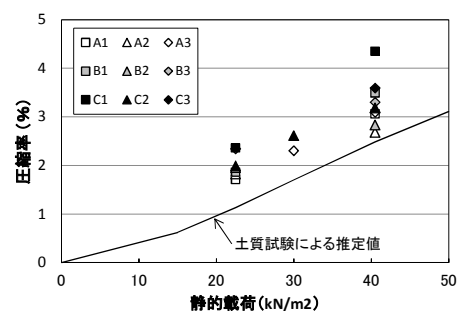


図-3 現場予備試験で得られた圧縮率

4. 载荷盛土試験

(1) 载荷盛土の概要 図-4 に示すような高さ 4.8m の载荷盛土を処分場内に構築した。沈下促進工法として、载荷盛土の他、地下水位低下 (ウェルポイント工法とディープウェル工法)、地盤加振 (加振力 3.5kN、周波数 6,000~14,400rpm) を併用し、それぞれの効果の確認を行った。

図-5 に実施した沈下促進工法の施工ステップを示す。

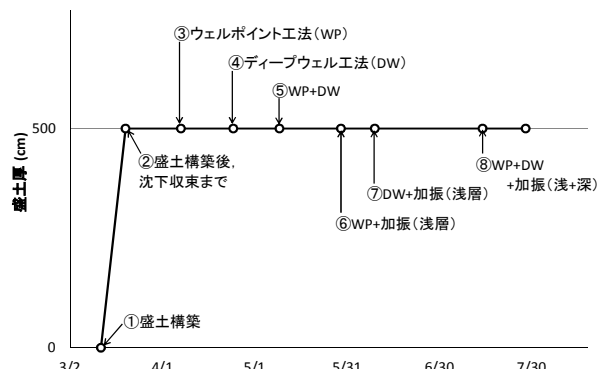


図-5 沈下促進工法と実施ステップ

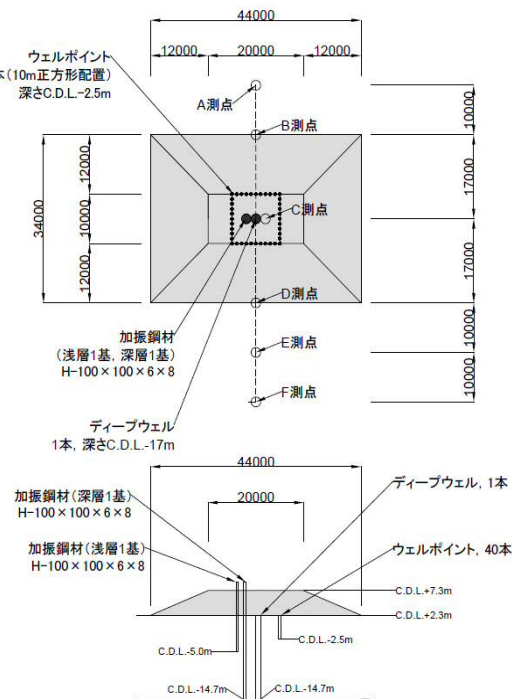


図-4 载荷盛土の形状

キーワード：灰処分場、延命化、沈下特性、沈下促進工法

連絡先 (広島市中区小町 4-33 TEL 082-544-2936 FAX 082-544-2661)

(2) 試験結果と考察

埋立石炭灰の沈下量の推移を図-6に示す。盛土直後の即時沈下が沈下量を支配しているが、地盤内に高周波の振動を与えると载荷盛土中央部で急激な沈下が生じ、加振工法の沈下促進効果が加振近傍で確認された。予備試験盛土において、重機や車両振動による盛土全体の沈下促進効果も踏まえれば、周波数や加振ピッチなど最適な振動パターンを模索すれば加振工法は有効な沈下促進工法となり得ることが示唆されたものと考えられる。

盛土直後の即時沈下が全沈下量の大部分を占め、盛土中央(C測点)では約70%、盛土端部では約55%となった。载荷盛土のみ(75kN/m²)による沈下が収束した際の圧縮率は約3.0%で、試験盛土範囲が狭く地盤全体に荷重が十分伝わっていないことから、図-3で示す圧縮率より低い値を示した。盛土荷重による沈下が収束した後は、地下水位低下工法、加振工法を実施することで、沈下が更に促進されることが窺える。

沈下量については、式(1)に示すとおり、圧縮締固めによる即時沈下量と、時間経過に伴う圧密沈下量とに区分することができる。

$$S = S_1 + S_2 \quad S_1 = \frac{\Delta p}{E_v} H \quad S_2 = \frac{k \Delta p}{\gamma_w C_v} H \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 S : 沈下量(mm), S_1 : 即時沈下量(mm), S_2 : 圧密沈下量(mm), Δp : 圧密増加応力(kN/m²), E_v : 変形係数(kN/m²), H : 層厚(mm), k : 透水係数(m/s), γ_w : 水の単位体積重量(kN/m³), C_v : 圧密係数(cm²/day)

盛土中央(C測点)における各ステップの沈下量等について、式(1)により即時沈下量と圧密沈下量に区分して、図-7に整理した。

灰処分場の沈下は、即時沈下が卓越していることが分かる。特に、载荷による沈下と加振による沈下については、即時沈下がその沈下量の全てを占める。逆に、地下水位低下工法を併用することによって、圧密効果が得られる傾向があることが分かる。加振に加えて、地下水位低下工法を併用して、継続実施(ステップ⑦, ⑧)することで、圧密沈下の割合が20%程度まで増加している。

石炭灰は、最大粒径100 μ mの非常に微細な粒径(透水係数が低い)であるが、コンシステンシーで言えば砂の性質(ノンプラスチック)を持つ特殊な土質材料である。このため、灰処分場地盤の減容化に当たっては、上述したとおり、その促進工法別に沈下特性が異なってくることとなり、载荷や加振に対しては砂の圧縮、地下水位低下工法に対しては圧縮に加えて圧密の性質が現れる。このような石炭灰地盤の特性を踏まえれば、最適な減容化策が得られるものと考えられ、減容化の可能性が示された。灰処分場の減容化策としては、载荷盛土に加えて地下水位低下工法と加振工法の併用が有効であると言える。

5. 将来展望

今回の一連の検討結果を基に、自社処分場の減容化の計画・設計を進めており、費用対効果と灰処分場の埋立経過を考慮しながら最適設計を模索している。今後、この灰処分場の地盤特性が活用され、日本各地にある灰処分場の減容化や延命化に寄与できることを期待している。

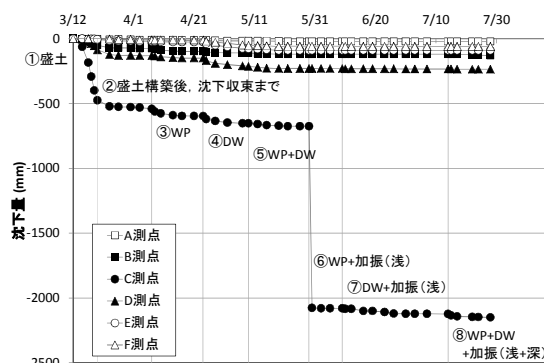


図-6 促進工法ステップと沈下曲線

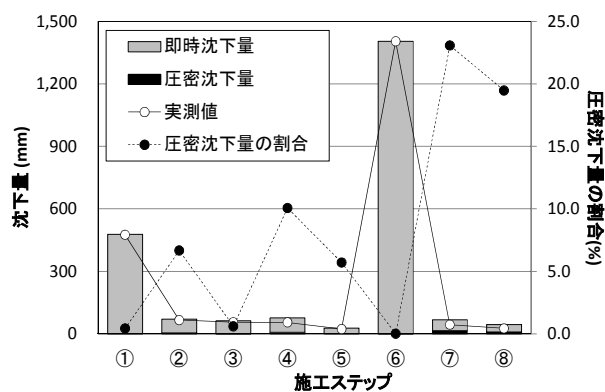


図-7 施工ステップと沈下特性