

亜炭廃坑地域における振動特性に関する基礎的研究

東海大学 海洋学部 学生員○ 大和田 洋一
東海大学 海洋学部 学生員 土井 崇司
東海大学 大学院 学生員 小倉 洋一
東海大学 大学院 学生員 大洞 光央
東海大学 海洋学部 正 員 アイダン・オメル

1. はじめに

近年、亜炭採掘坑跡地域の地震等による振動挙動が着目されている(Whittaker & Reddish, 1989; 藤井, 2002). しかし, このような地域において, 亜炭採掘坑跡地域の振動特性に関する研究はまれであり, まだ解明されていない現象が多い. 本研究では振動台を使用した亜炭採掘坑跡の振動模型実験を行なった. 実験では, 掘削率と土被り厚さを変化させ, 空洞内と地表面の振動特性に与える影響を比較検討した.

2. 実験条件

本研究で使用した地盤材料は, 50×50×21(mm)のプラスチックブロックを使用した. プラスチックブロックの物性値は表1に示す. 図1はプラスチックブロックの層数と弾性波速度の関係を示す. 図1からわかるように層数に反比例して, 模型地盤の弾性波速度が減少していることがわかる. 模型地盤の等価弾性波速度 $\bar{V}_p$ と層数 N の関係を下記の関数で近似できる.

$$\bar{V}_p = 2100\{1 - 0.91(N/(1 + N))\} \quad (2.1)$$

表1 物性値

単位体積重量 (kN/m ³)	弾性波速度 (km/s)	摩擦角 (deg)
13.33	2.0~2.1	20~22

実験条件として, 振動台の最大加速度を0.5(m/s²), 振動台の周波数を2~20(Hz)に変化させた. また, 地盤振動モデルとして図2に示すような模型を振動台に設置した. ここで, A_t : 空洞と空洞の中心間隔, A_p : 柱幅, H : 土被り, h : 柱高さを示す. 本実験では, A_t/A_p と H/h をパラメータとして, この比率を変えた実験を行なった.

3. 実験結果

本研究では, 各実験で得られた加速度記録のFFT解析を行ない, 掘削率と土被り比によって, 模型地盤の振動特性が変化するかどうかを検討した.

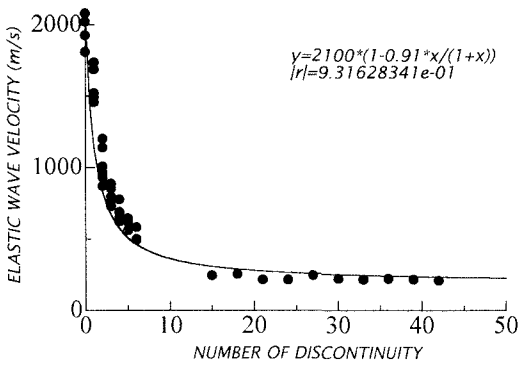


図1 模型材料の層数と弾性波速度の関係

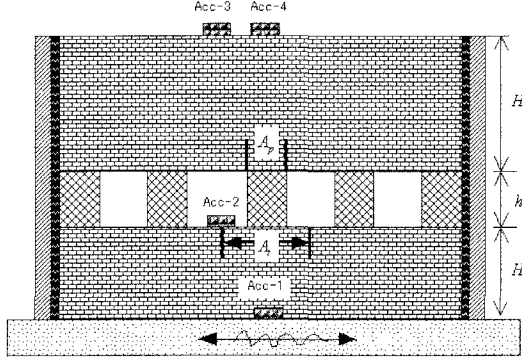


図2 実験モデル

図3は, 土被り比が5の場合で, 掘削率が3および5の間に变化された際に残柱真上の加速度記録を示している. 掘削率3の場合, 基面の加速度に対する残柱真上の加速度は1.8倍に増幅されている. 一方, 掘削5の場合, 基面の加速度に対する残柱真上の加速度は2.8倍に増幅されている. このことは, 掘削率が大きくなることに連れて, 加速度増幅率大きくなることを示している.

図4は、掘削率が5、土被り比が2、3および5の場合での残柱真上の加速度記録を示している。空洞高さが一定とした場合、土被り比が大きくなるに連れて、基盤加速度に対して地表面の加速度が増幅されている。その増幅率は土被り比が2、3および5の場合、それぞれは約1.3、1.4および2.8倍である。この違いは亜炭層上部層の質量の違いによるものとして考えられる。

図5は、掘削率3の場合における加速度記録のフーリエスペクトルを示す。この場合、模型地盤の固有振動数は13~14Hzの間のもとの20Hz付近に固有振動数の存在が見受けられる。また、振幅の値も地表面で増幅されている。最も大きく増幅しているのは残柱真上のものであり、その増幅率は約1.7倍になっている。

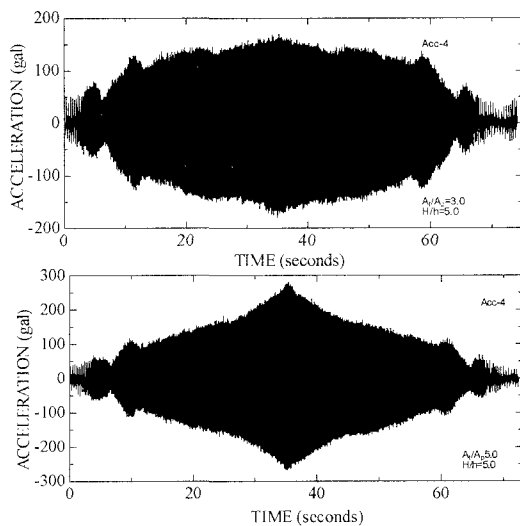


図3 残柱真上の加速度記録

4. 結論

振動台を用いて行った振動実験より下記のような結論が得られる。

- 掘削率および土被り比は地表面の加速度と振動特性に与える影響がかなり大きい。特に、地表面で空洞の真上の加速度応答に比べて、残柱の真上における加速度の増幅率は最も大きい。
- 掘削率が大きくなると、加速度の増幅率が大きくなる。
- 土被りの影響も確認されるが、その影響は掘削率の影響と比較して相対的に小さい。空洞高さが一定として、土被りが増加すると増幅率と振動数が影響を受ける。特に加速度の増幅率が大きい

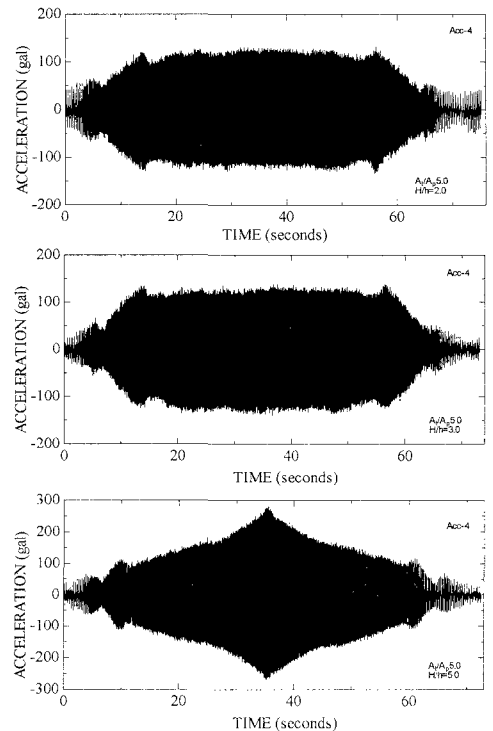


図4 残柱真上の加速度記録

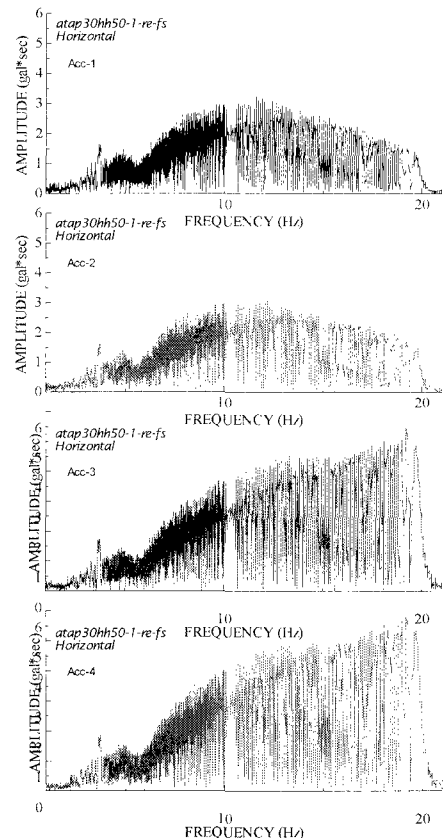


図5 各水平加速度のフーリエスペクトル

参考文献

- Whittaker, B.N , Reddish, D.I(1989) : Subsidence : Occurrence, Prediction and Control, Elsevier, pp.1~528
- 藤井紀之：東海地方で開発された地下空洞の調査と充填工法，地質ニュース，575号，pp.62~69，2002