

(財)電力中央研究所 正員 野崎 隆司 駒田 広也 日比野 敏
清水建設(株)大崎研究室 正員 吉村 隆 竹脇 尚信

1. まえがき

将来必要となる大型の重要構造物やエネルギー関連施設を地下に収納するに際しては、岩盤内に大規模な連設空洞の建設が必要となり、その設計に際しては岩盤内地下空洞の地震時挙動を明らかにする必要がある。そのため、城山発電所¹⁾などいくつかの地点で地震観測が行われており、各々の空洞形式における地震時挙動に関する知見が得られている。宇都宮市大谷においても、立型空洞周辺における地震時挙動の把握を目的として地震観測が行われている²⁾。本報告は、宇都宮市大谷において得られた地震観測記録を地震が発生した地域により分類し、それぞれの地域で発生した地震の振動数特性および増幅特性について整理したものである。

2. 地震観測の概要

地震観測は、宇都宮市の北西部にある大谷石掘削用立坑の側壁および立坑坑底下に9個(27成分)の加速度計を設置して行われており、その配置図を図-1に示す。この付近の地盤は細粒凝灰岩(大谷石)および礫質軽石凝灰岩からなっており、ごく表層部を除けばせん断波速度の値で700~1,000m/secと推定されている²⁾。

3. 震源地域による地震動の比較

昭和60年11月の観測開始以来、平成元年3月までに78個の地震が観測されている。観測された地震のうち比較的発生頻度が高かった震源地域は茨城県南西部、茨城県中部沿岸、茨城県沖、福島県沖の4つの地域であった。そこで、これら4つの地域で発生した地震における観測記録を用いて振動数特性および増幅特性について検討する。なお、気象庁により震源域が鹿島灘と発表された地震は、地図上の位置から茨城県中部沿岸あるいは茨城県沖に分類した。分類した地震の震央位置を図-2に示し、表-1にマグニチュード、震源深さ、震央距離の分布を示す。対象とする地震は茨城県南西部、茨城県中部沿岸、茨城県沖、福島県沖の順に震央距離とマグニチュードが大きくなり、震源深さが浅くなる傾向にある。

(1) 増幅特性

図-3に最下部の測点G1と地表面の測点G7の最大加速度の関係を示す。全般的には測点G1に対するG7の最大加速度の比はほぼ1~2の間にあり、2を超える成分のほとんどは上下動成分である。また、震源が近い茨城県南西部の地震ではその比が1を下回る地震が水平2成分にみられるが、震源が遠くなるにつれて少なくなり、茨城県沖や福島県沖の地震ではみられない。図-4に各震源地域における地震から算定した測点G1に対する加速度増幅率の平均(X成分)を示す。立坑中間部の測点G3~G5の各測点ではいずれの地域の地震においても増幅率が1を下回り、地表面付近にいたって測点G6とG7の間で増幅している。しかしながら、その増幅は急激な

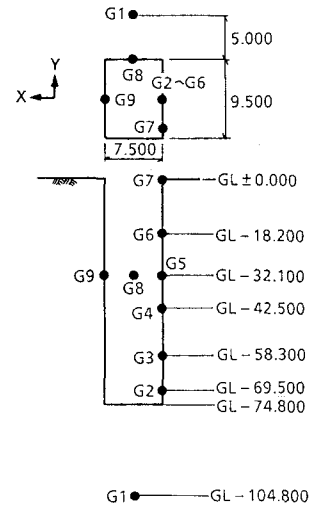


図-1 地震計配置図

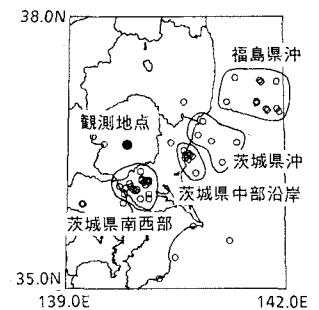


図-2 地震の震央位置

表-1 地震諸元の分布

震源地域	地震数	規模 (M)	震源深さ (km)	震央距離 (km)
茨城県南西部	19	3.5 ~ 5.6	52 ~ 86	35 ~ 70
茨城県中部沿岸	8	4.2 ~ 5.2	46 ~ 64	69 ~ 90
茨城県沖	5	4.4 ~ 5.8	42 ~ 84	87 ~ 134
福島県沖	11	5.3 ~ 6.7	18 ~ 57	133 ~ 200

ものではなく、地表面における増幅率の値で1.3~1.7程度である。また、立坑坑底部の測点G2についてみると、近い距離で発生した茨城県南西部と茨城県中部沿岸の地震では増幅率が1を上回り、速くで発生した茨城県沖と福島県沖の地震では1を下回っている。これを地表面の測点G7についてみると、増幅率の大きさは震央距離とマグニチュードの大きい順に大きくなっており、その傾向は測点G2と逆転している。

(2) 振動数特性

図-5に測点G1とG7におけるX成分の平均フーリエスペクトルを各震源地域ごとに示す。これらのスペクトルは最大加速度で規準化して求めたフーリエスペクトルに、バンド幅が0.5HzのParzenウィンドウをかけて平滑化したスペクトルの平均である。測点G1におけるスペクトルによると、6Hz以下の低い振動数域では福島県沖の地震によるものが最も大きく、ついで茨城県沖、茨城県中部沿岸、茨城県南西部の順になっている。これらの順は震央距離の大きい順およびマグニチュードの大きい順に一致しており、速くで発生した規模が大きい地震のほうが長周期成分が多くみられるという既往の知見に整合している。測点G7におけるスペクトルでは、5Hz付近の振動数域において震源地域の違いによる差はそれほどみられないが、2Hz付近のより低い振動数域では測点G1と同様の傾向がみられる。図-6に測点G1に対する測点G7の平滑化した平均伝達関数(フーリエスペクトル比)のX成分を示す。この図から、震源地域の違いによる伝達関数の差はほとんどみられない。したがって、測点G7においてみられたスペクトル形状の差は最下部の測点G1における地震動の振動数特性の差がそのまま反映されたものであり、地震の違いによる伝達特性の差が生じているのではない。

4. あとがき

以上のように、大谷石掘削用立坑では地表面付近の増幅において、GL-105mの測点に対して1.3~1.7倍程度であることが得られた。また、地表における地震動の振動数特性の差は伝達特性によるものではなく、到達した地震動の振動数特性がそのまま反映されたものであることが確認された。

<参考文献>

- 1) 駒田, 林; 「地下発電所周辺における地震観測」, 電力中央研究所報告 379013 (1979)
- 2) 野崎, 駒田, 奥村; 「立坑周辺岩盤の地震時挙動」, 第7回岩の力学国内シンポジウム (1987)

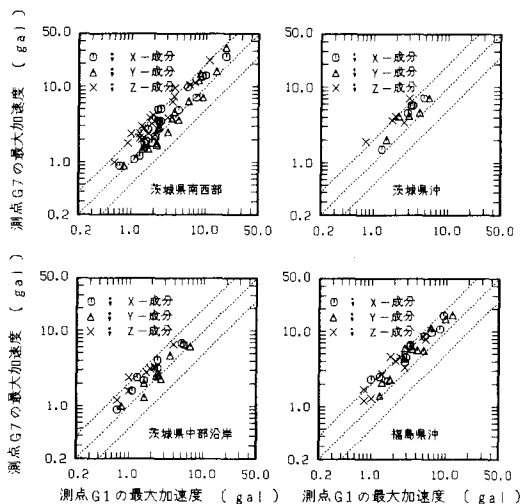


図-3 測点G1とG7の最大加速度の関係

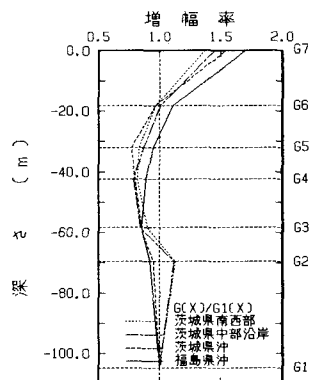


図-4 加速度増幅率

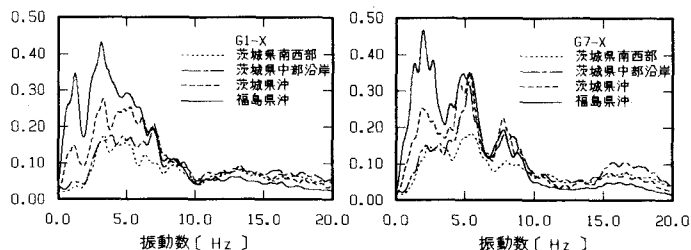


図-5 平均フーリエスペクトル

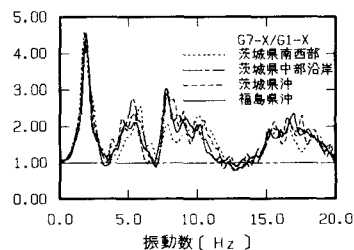


図-6 平均伝達関数